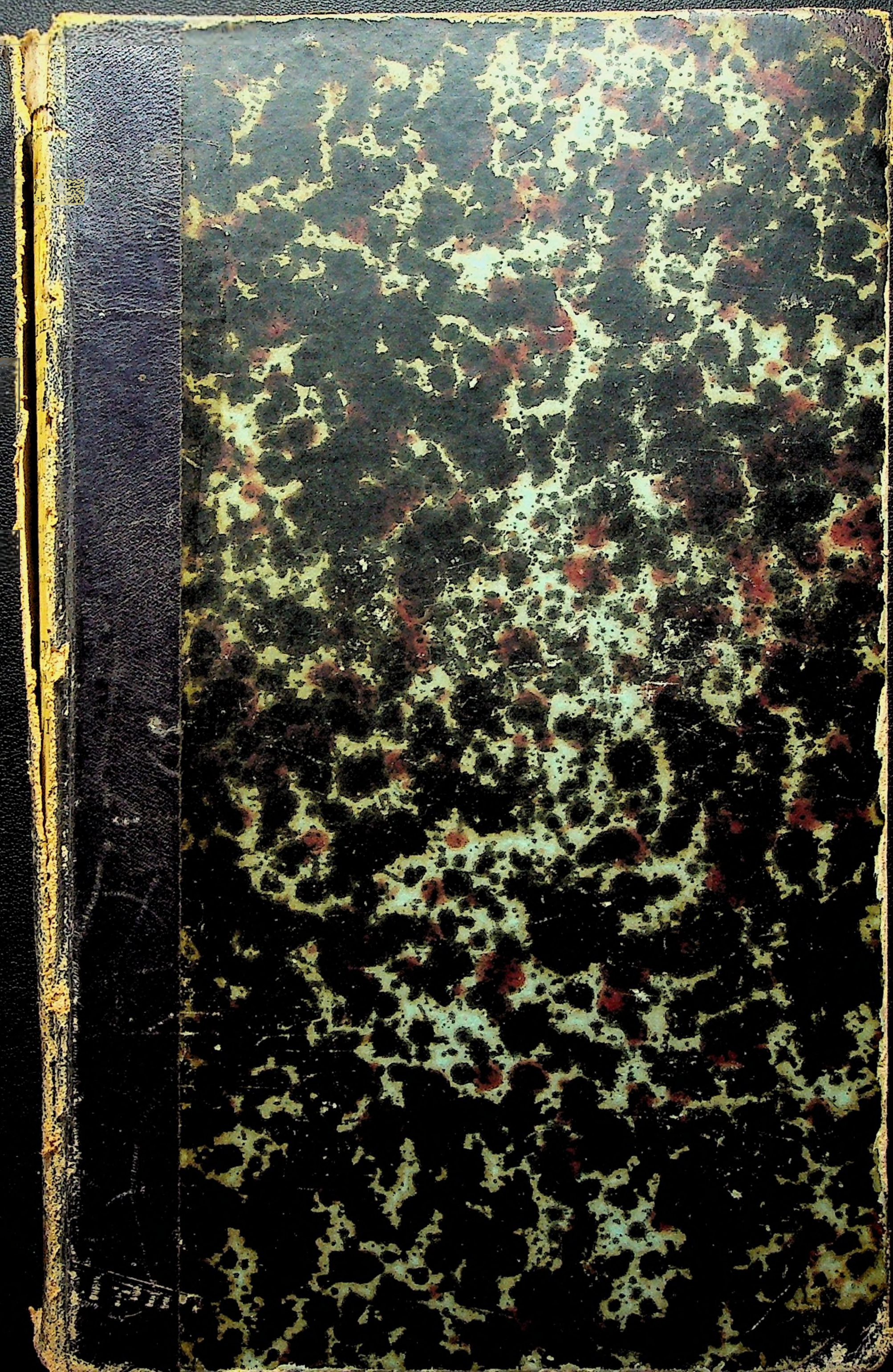
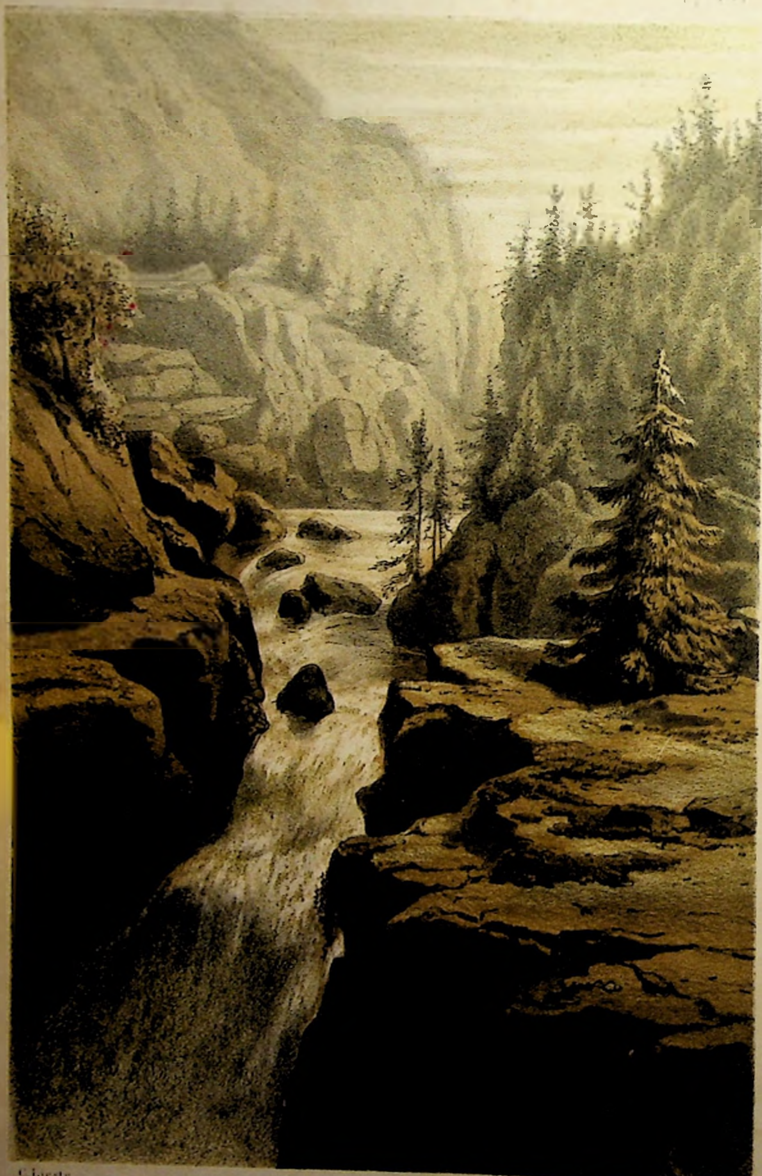


Pl. XII



C. Lieste

Lith. v. Emrik & Binger, Haarlem.

HET WATER.

WAT HET IS, WAT HET DOET,



EN

WAARTOE HET DIENT.

DOOR

E. A. ROSSMAESSLER.

UIT HET HOOGDUITSCH VERTAALD DOOR

T. C. WINKLER.

HAARLEM,
J. J. WEEVERINGH.
1858.

De natuurkunde is zoo menschelijk, zoo waar, dat ik iedereen geluk wensch, die zich slechts een weinig met haar bezig houdt; hare beoefening begint gemakkelijk te worden, zoodat ook zelfs menschen, die tegen eenige moeite opzien, daarmede aanvangen; zij is zoo ligtelijk wáár te behandelen, dat zij den smaak voor wat niet waar is kan vernietigen; zij bewijst en leert zóó bondig dat het grootste, het geheimzinnigste, het zonderlingste, zoo uiterst eenvoudig, zoo openlijk en zoo zonder tooveren toegaat, dat zij ten laatste de arme, onwetende menschen wel van hunnen trek naar duistere geheimzinnigheden moet genezen, daar zij hen leert dat alles wat buitengewoon te noemen is, hen zoo na ligt, zoo duidelijk, zoo bevattelijk en zoo onwedersprekelijk wáár is.

CARL AUGUST,

in eenen brief aan Knebel van 8 Dec. 1781.

1858

VOORBERIGT

VAN DEN

SCHRIJVER.

Nevens de uitbreiding der wetenschap in het algemeen, en die der natuurkunde in het bijzonder, is er in het streven van onzen tijd nog een ander doel op te merken; het is dit: om den mensch den grooten omloop der dingen helder te maken, in welken ieder zijne plaats inneemt, en slechts dan met innerlijken en uiterlijken zegen innemen kan, als hij zich zijne eigene afhankelijkheid van dien omloop ten volle bewust is.

Het water is in dien grooten omloop van de grootste beteekenis.

Geenszins niettegenstaande het water zoo belangrijk is, maar juist omdat dit zoo is, slaan slechts weinigen eens het oog op dit krachtige drijfrad. Misschien ook wel omdat het zich niet altijd zóó openlijk vertoont, dat het oog zich niet soms zou moeten inspannen om het te bespeuren.

Dit boek zal den lezer daarop een blik doen werpen.

Zonder juist naar wetenschappelijke volkomenheid te streven, verschafte toch het water. uit het zoo even gemelde oogpunt bezien, eene zoo rijke stof, dat de bewerking daarvan wel op het ruime gebied van de natuurkunde en van de kunsten voeren moest. Toch zal dit boek geen zoogenaamd populair natuurkundig werk, maar slechts eene plastische voorstelling zijn.

Mogt het mij gelukt zijn een uitvoerig en krachtig beeld van het water te schilderen! Mijn doel zou volkomen bereikt en mijne moeite ruim beloond zijn, als men aan het einde van dit boek zich tot de bekentenis gedwongen gevoelde, dat men eerst nu het water naar waarde schat.

Ik heb getracht den lezer op den weg te leiden, dien CARL AUGUST in het motto van dit boek bewijst betreden te hebben. Sedert dien tijd hebben de onderzoekers der natuur, door geene misvattingen moedeloos

geworden, door geene verketteringen afgeschrikt, dien weg veel vereffend, maar ook veel verbreed, zoodat het mij onweerstaanbaar aanlokte, mij tot gids op dien weg op te werpen, opdat anderen gemakkelijker en zekerder het doel mogten bereiken. Schijnt er, hier of daar, deze of gene zijweg nog niet duidelijk genoeg aangewezen te zijn, zoo zullen mijne vriendelijke lezers en lezeressen voor die paden bijzondere gidsen aangewezen zien: de boeken uit welke ik veel ontleende, en die ik steeds dankbaar vermeld heb.

De lijst der hoofdstukken geeft een denkbeeld van den rijkdom en de veelzijdigheid der stof, die echter innig en noodzakelijk zamenhangt. De twee laatste hoofdstukken zijn korter dan de vorigen, wijl ik mij anders te ver in bijzondere vakken van kennis (scheepvaartkunde, werktuigkunde, enz.) had moeten begeven. Het laatste hoofdstuk heb ik niet willen weglaten, daar het mij gepast scheen om aan het geheel een geschikt slot te geven; ik wilde het echter ook niet verder uitbreiden dan geschied is, om niet al te uitvoerig te worden.

De zeven platen en de overige afbeeldingen zijn meer om den tekst te verduidelijken, dan dat zij slechts tot sieraad alleen zouden dienen; ik vertrouw echter dat zij het boek niet tot schande zullen strekken.

En zoo moge dan mijn werk zijn weg gaan, en eene vriendelijke beoordeeling vinden.

Leipzig, Sept. 1857. E. A. ROSSMAESSLER.

VOORREDE

VAN DEN

VERTALER.

Onder de natuurkundige geschriften die in den laatsten tijd in Duitschland een' welverdienden opgang gemaakt hebben, mag voorzeker het werk van Prof. E. A. ROSSMAESSLER, *Das Wasser. Eine Darstellung für gebildete Leser und Leserinnen*, met volle regt genoemd worden. Het verzoek van den uitgever dezer vertaling, om het duitsche werk in een nederlandsch gewaad te kleeden, was ons des te aangenamer daar eene herhaalde lezing ons reeds met de vele schoonheden, die het bevat, had bekend gemaakt. De moeijelijkheden, aan die vertaling verbonden, bestonden vooral in het overbrengen van vele kunstwoorden en uitdrukkingen, zaken en toestanden betreffende, die ons òf ten eenenmale onbekend zijn, òf waarvoor wij gewoon zijn geheel andere bewoordingen te bezigen. Als voorbeelden vermelden wij vele termen bij de *Markscheidekunst* in gebruik; eene wetenschap waarvoor wij zelfs geen nederlandsch woord kunnen vormen, omdat de zaak zelve hier te lande onmogelijk bestaan kan. In sommige gevallen hebben wij dus liever het hoogduitsche woord behouden, dan daarvoor een bespottelijk nederduitsch zamen te stellen, b. v. *Felsenmeere*, enz. In alle andere gevallen is het evenwel steeds ons streven geweest om zoo veel mogelijk te toonen, dat onze taal, boven alle naburige talen, geschikt is om volkomen juist uit te drukken, wat er door den vreemdeling bedoeld wordt: wij hebben b. v. geen *gletscher* willen bezigen, waar ons *bergijs* de zaak voor nederlandsche ooren verstaanbaar maakt.

Men heeft ons de opmerking gemaakt, dat er hier en daar uitdrukkingen gebezigd worden, die misschien wel voor dezen of genen lezer eene verklaring konden vereischen; en ook heeft een oogenblik het plan bij ons bestaan om, door middel van aanteekeningen, zulke woorden te omschrijven; doch de gedachte, dat de schrijver in zijn voorberigt uitdrukkelijk zegt, dat hij geenszins bedoeld heeft een zoogenaamd popu-

lair handboek te schrijven, wêerhield ons om zulk een woordenboek te maken: immers zij die dit werk met genoegen lezen, hebben er geene behoefte aan, en voor die het te hoog is, bestaan er leerboeken genoeg, ja zelfs in overvloed.

Dezelfde bedenking, namelijk, dat slechts beschaafde lezers en lezeressen dit boek zouden ter hand nemen, heeft ons ook teruggehouden van het maken van aanteekeningen op vele zaken. Bij de beschrijving der hagelvorming meenden wij onzen lezers te verwijzen naar een schoon opstel van Prof. HARTING over dat onderwerp, geplaatst in het *Album der Natuur*, gelijk de schrijver zelf ons daarvan het voorbeeld geeft, door, bij de beschrijving der koraalpolypen, te verwijzen naar het zelfs in het buitenland hooggeschatte werkje van Prof. HARTING, *De magt van het kleine.* Bij de vermelding van de afkomst der gerolde keijen die op de noordduitsche landen liggen, hebben wij er een oogenblik aan gedacht, om onzen lezers oplettend te maken, dat een groot gedeelte van het noorden en oosten van ons vaderland eveneens uit de bergen van Scandinavie afkomstig is. Waar de schrijver over de seculaire daling van sommige landen handelt, bestond er bij ons het voornemen om, bij wijze van aanteekening, het voor als nog twijfelachtige punt van het zakken des nederlandschen bodems te bespreken. Waar de rijndelta in ware maar zeer vlugtige trekken geschilderd wordt, zouden wij gaarne eenige woorden gevoegd hebben bij een onderwerp, dat ons, uit den aard der zaak, een groot belang inboezemt. En toch hebben wij niets van dat alles gedaan, want oneindig beter en grondiger dan het ons mogelijk zou zijn geweest, zijn al die punten behandeld in de voortreffelijke werken van Dr. STARING, *De Bodem van Nederland*, en *Voormaals en Thans*, werken die in geen enkel huis ontbreken mogen, waar men er prijs op stelt nederlander te zijn.

En zoo zeggen wij den schrijver in zijn voorberigt na, zoo moge dan ook ons werk zijn' weg gaan, en eene vriendelijke beoordeeling vinden.

Haarlem, Nov. 1858. T. C. WINKLER.

INHOUD.

HOOFDSTUK I.

HOOFDSTUK II.

HOOFDSTUK III.

HOOFDSTUK IV.

HOOFDSTUK V.

HOOFDSTUK VI.

HOOFDSTUK VII.

HOOFDSTUK VIII.

HOOFDSTUK IX.

EERSTE HOOFDSTUK.

DE SCHEI- EN NATUURKUNDIGE EIGENSCHAPPEN VAN HET WATER.

De scheikundige zamenstelling van het water. Elementen, voorheen en thans. Ontdekking van de zamenstelling van het water door LAVOISIER. Phlogiston. Zuurstof. Waterstof. Eigenschappen van het water. Vaste toestand. Vriespunt. IJs. Grootste digtheid van het water bij + 4°. R. Kookpunt. Polshamer, Fig. 1. Verdigting. Damp. Verdamping. Koude door verdamping. Spanning en uitzetting, Fig. 2. Beslaan. Aantrekken. Oplossen. Cohaesie. Smelten. Rekbaarheid. Hamerbaarheid. Verschuiving der deeltjes. Adhaesie. Verzadiging. Scheikundige verbinding. Atomen, Fig. 3. Scheikundige verwantschap. Affiniteit. Gedestilleerd water. Haarbuisjes. Hygroskopisch water. Zeewater. Kristallisatiewater. Moederloog. Decrepiteeren.

De scheikundige ontleding van het water door LAVOISIER, waardoor het uit de reeks der grondstoffen gebannen werd, is de hoeksteen van het gebouw der wetenschappelijke scheikunde, welke de vaste grondslag van het hedendaagsche onderzoek der natuur, de zegepraal van den menschelijken geest is.

1. SCHEIKUNDIGE ZAMENSTELLING VAN HET WATER.

Het is nog geene eeuw geleden sedert men begrepen heeft het water niet meer als een van de „vier elementen" te moeten beschouwen, zonder dat het daarom in het minst aan belangrijkheid verloren heeft. Integendeel, de groote, op ware kennis steunende waardering van het water is eerst in die dagen begonnen, toen de scheikunde, de boeijen der alchymie afwerpende, die magt en opperheerschappij verkreeg, waarmede zij tegenwoordig alles beheerscht. De scheikunde alleen kan de verborgene werkingen van het water dáár aantoonen, waar de zinnen van den leek haar niet eens vermoeden.

Maar die uit de alchymie geborene scheikunde ontnam niet

slechts aan het water zijne plaats in de rij der elementen, zij gaf ook aan het verwarde begrip, dat men aan het woord element verbond, eene vaste en bepaalde beteekenis. Immers, als men met het water ook het vuur, de lucht en de aarde elementen noemde, dan kon men van dien naam geene goede, ondubbelzinnige bepaling geven. Voor den kinderlijken blik onzer vaderen moge het waar geweest zijn, dat vuur en lucht dingen waren, die met elkander vergeleken konden worden, van vuur en water is dat toch zekerlijk niet te denken, daar tusschen die beiden niet de geringste punten van overeenkomst of vergelijking zijn aan te wijzen. Men geloofde toenmaals dat die vier elementen, hetzij als stoffen, hetzij als krachten, hetzij als beide vereenigd, de vier grondslagen waren van de geheele wereld, en besloot dus, zonder eenigen wetenschappelijken steun, van de kleine aarde tot het geheele wereldstelsel.

Volgens de beteekenis van het woord element, grondstof, moet men daarbij aan iets oorspronkelijks, aan iets wat niet van een ander ligchaam afstamt, denken. Het is wel te begrijpen dat in eenen tijd waarin men de natuur der dingen nog zoo slecht kende, men de zuivere lucht op de toppen der bergen en het heldere water van de bronnen voor iets oorspronkelijks, iets enkelvoudigs hield, en dat men bij het vuur, welks scheikundige natuur men niet eens vermoedde, aan eenen vuurgeest dacht, die als verwoester der stof rondtrok; maar onmogelijk is het te begrijpen hoe de aarde, welker ontstaan en zamenstelling uit elk rivierbed geleerd kan worden, met die drie anderen in eenen adem genoemd kon worden. Dit is slechts te verklaren als men aanneemt, dat men voorheen niet die bovengenoemde beteekenis aan het woord element gaf, maar vuur, water, lucht en aarde daarom elementen noemde, omdat zij altijd en overal, als grondslagen van het bestaan der aarde en van de schepselen der aarde, voorkomen.

Een overblijfsel van die oude beteekenis van het woord element vinden wij nog in onze volkstaal terug. Als men zegt: „dit of dat is mijn element," dan wil dat zeggen: voor mij het liefste, hoogste, belangrijkste, zonder hetwelk ik niet bestaan kan, gelijk de aarde zonder de „vier elementen" ook niet bestaan kan.

De scheikunde heeft aan dat zoo lang verkeerd gebruikte woord eene andere beteekenis gegeven, zoo als bekend is. Zij verstaat daaronder een ligchaam dat zij met hare ontledende middelen niet verder in verschillende stoffen verdeelen kan. Van zulke elementen nu, waarvan de tegenwoordige scheikunde er ruim zestig onderscheidt, zijn er sints onheugelijken tijd vele aan den mensch bekend geweest, doch men noemde die niet zoo, omdat men hen niet voor elementen, dat is niet voor ondeelbare, voor enkelvoudige ligchamen of stoffen hield. Daartoe behooren, onder anderen, onze enkelvoudige metalen: goud, koper, zilver, ijzer, tin enz. Met de erkenning dat goud een element is, wordt tevens de alchymie of het goudmaken tot niets, tot eene herschenschim verklaard, en wij zien er het voorbeeld van in het in 't duister wroeten der oude scheikundigen — die daarom ook, met den naam alchymisten, ten eeuwigen dage uit het rijk der wetenschap verbannen mogen blijven — dat zij het goud wel oplossen, maar niet in verschillende stoffen verdeelen konden en het toch zamenstellen wilden. Als het slechts eenmaal gelukt was om te bewijzen dat het goud geen enkelvoudig, maar een zamengesteld ligchaam was, dan was daardoor ten minste eene schrede op den weg van de goudmakerij gedaan, want men zou dan mogen hopen, dat er uit de gevondene bestanddeelen van het goud, als die ook anders in de natuur gevonden werden, misschien goud zamengesteld zou kunnen worden. Doch men merke op, dat deze tweede schrede toch geenszins een noodzakelijk gevolg van de eerste is, want de scheikunde kan vele ligchamen niet zamenstellen, hoezeer zij naauwkeurig weet uit welke stoffen en uit welke hoeveelheden dier stoffen die ligchamen bestaan.

Als men het water een zamengesteld ligchaam noemt moet men niet aan die stoffen denken welke er toevallig mede vermengd of er in opgelost zijn, en die men of door het te laten bezinken, of door destilleeren daarvan afscheiden kan. Drabbig rivierwater dat door langen tijd stil te staan kristalhelder wordt, door dat de onreine deeltjes als bezinksel naar den bodem zakken, is daarom nog geenszins, gelijk gedestilleerd water, een scheikundig zuiver ligchaam.

Voor ons oog is het wel zuiver water, maar het kan toch nog vele, zelfs voor onze tong waarneembare, verschillende stoffen b. v. keukenzout, in oplossing bevatten. Scheikundig zuiver slechts is gedestilleerd water, daar bij de overhaling alle vreemde bijmengselen in de kolf terug gebleven zijn. Maar ook dit scheikundig zuivere water is nog geen enkelvoudig ligchaam, want het is, gelijk al het water, steeds uit twee enkelvoudige stoffen zamengesteld.

Die beide enkelvoudige stoffen, die twee elementen van de hedendaagsche scheikunde, waren elk op zich zelve vroeger bekend, dan men hare eigenschap kende om, door zich met elkander te verbinden, water voort te brengen.

Deze beide elementen zijn luchtvormige ligchamen en worden daarom gassen geheeten. Zij kunnen geen van beide op zich zelve in druipend vloeibaren, of vasten toestand gebragt worden; en toch vormen zij, op het oogenblik hunner vereeniging, het druipend vloeibare water. Die elementen heet men zuurstof en waterstof, of zuurstofgas en waterstofgas.

Om het onbegrijpelijk groote belang dat wij bij het water hebben en omdat velen onzer lezers en lezeressen zekerlijk geen gebruik hebben kunnen maken van het natuurkundig onderwijs, omdat dit eerst in den laatsten tijd op de scholen is ingevoerd geworden, zal men het ons niet ten kwade duiden als wij hier de geschiedenis van de geboorte onzer scheikundige kennis van het water wat uitvoerig behandelen, en eenige opmerkingen over de beide bestanddeelen van het water laten voorafgaan.

Lang vóór dat LAVOISIER [1], in het jaar 1774, bij zijn onderzoek van de verbranding, de zuurstof als een scheikundig element ontdekte, hadden, sedert 1630, reeds vele meer of minder ge-

---

[1] ANTOINE LAURENT LAVOISIER werd in 1713 te Parijs geboren. Hoewel tot andere bezigheden geroepen, wijdde hij toch een groot gedeelte van zijnen tijd aan scheikundige onderzoekingen, en werd door zijn beroemd werk: *Traité élémentaire de chimie* (1789) de grondvester der nieuwere scheikunde. Zijn rijkdom bragt hem in 1794 onder de guillotine. Zijn naam is en blijft beroemd als die van een' der grootste geleerden.

schikte handen aan de deur geklopt achter welke de zuurstof verborgen lag.

De zuurstof, *Oxygenium*, is luchtvormig, een weinig zwaarder dan dampkringslucht, kleur- en reukloos, kan niet verdigt worden, en lost slechts in eene kleine hoeveelheid in water op. Van alle elementen heeft zij de grootste gretigheid om zich met bijna alle overige elementen te verbinden, waarbij, als deze namelijk zoogenaamd brandbare ligchamen zijn, het ontstaan van vuur, verbranding, plaats heeft. Vandaar branden ook alle brandbare ligchamen in zuivere zuurstof met een veel helderder licht dan gewoonlijk, en een slechts glimmende zwavelstok ontvlamt in eens met eene heldere vlam, als hij in zuurstofgas gedompeld wordt. De dampkringslucht, die zij voor ongeveer een vijfde, met vier vijfde stikstofgas zamenstelt, heeft aan haar de geschiktheid om tot de ademhaling te kunnen dienen te danken, en bovendien is zuurstof, in behoorlijk verdunden toestand, de eenige gassoort die ingeademd kan worden. Dientengevolge werd de zuurstof vroeger vuurlucht of levenslucht genaamd. Men kan dus de zuurstof het belangrijkste aller elementen noemen, gelijk zij ook, volgens Berzelius, ongeveer de helft van het gewigt van de voor ons toegankelijke gedeelten van de aarde uitmaakt. De zuurstof is niet slechts een bestanddeel, en, gelijk wij gezien hebben, voor ons leven het hoofdbestanddeel der lucht, van het water en van de meeste gesteenten, maar zij is ook in elk levend wezen aanwezig, en bij zijn ontstaan en zijne ontwikkeling onophoudelijk in werking. Zij is met waterstof, koolstof en stikstof een der vier gewigtigste elementen van alle organische ligchamen. Daarom noemt men die vier genoemde elementen ook wel, bij onderscheiding, de organische elementen.

De gretigheid van de zuurstof om zich met andere elementen te verbinden, brengt eene menigte ligchamen voort, welke men zuurstofverbindingen, *oxyden*, noemt. Zulke verbindingen bepaalt men door vóór het woord *oxyde* den naam van het element dat zich met de zuurstof verbonden heeft, te plaatsen, b.v. ijzeroxyde, koperoxyde, mangaanoxyde. Daar nu in het water de wa-

terstof zich met de zuurstof verbonden heeft, zoo is dus ook het water een oxyde, waterstofoxyde.

Ofschoon de zuurstof een voor het oog onzigtbaar gas is, zoo geeft zij toch veelal aan de elementen waarmede zij zich verbindt, eene groote verandering zoowel in voorkomen als in andere eigenschappen. De roode bloedsteen (*Lapis haematites*), een bekend rood ligchaam, dat op zandsteen roode strepen, als roodkrijt, geeft, en tot een kersrood poeder vermalen kan worden; de als klei verwrijfbare geele ijzeroker, die tot verfstof dient, beiden zijn ijzeroxyden in verbinding met een deel water. Wie erkent in het schitterend witte loodwit een loodoxyde, wie erkent het roode koper in het prachtige kopergroen, zijn oxyde? En niet minder treffend is het verschijnsel dat de gasvormige zuurstof met de eveneens gasvormige waterstof, terwijl zij de laatste oxydeert, het druipend vloeibare water vormt.

De waterstof, *Hydrogenium*, is, zooals wij reeds zagen, ook, gelijk de zuurstof, een gasvormig, kleurloos ligchaam, en alzoo door onze zintuigen niet waar te nemen; en toch heeft zij geheel andere eigenschappen dan de zuurstof. Waterstof is veertien en een half maal ligter dan dampkringslucht, en misschien wel het ligtste van alle bekende ligchamen. Die groote ligtheid van het waterstofgas gaf ook aanleiding om de oplossing van het oude vraagstuk, het reizen met luchtballons, te beproeven. Zoo als bekend is noemt men met waterstofgas gevulde ballons *charlières*, en met (door hitte) verdunde dampkringslucht gevulden *montgolfières*. De waterstof kan de ademhaling niet onderhouden en brandende ligchamen dooven er in uit; doch zij laat zich zelve verbranden en vormt, als zij verbrandt, dat is als zij zich met zuurstof verbindt (oxydeert), water. De electrieke vonk doet reeds het waterstofgas ontbranden. Doch niet de warmte alleen doet het ontbranden of liever, geeft het gelegenheid om zich met de zuurstof te verbinden, maar zelfs sommige vaste ligchamen hebben die eigenschap. Daartoe behoort b. v. het platina in zeer verdeelden toestand (platinaspons), en op die eigenschap van het platina berust de bekende DÖBEREIN'sche lamp.

Als men waterstof met zuurstof, in eene bepaalde verhouding, gelijktijdig uit twee zeer kleine openingen laat stroomen, zoodat beide gassen zich bij die openingen met elkander vermengen, en men steekt dat mengsel aan, dan brandt het, doch met eene zwakke vlam (omdat er geene vaste bestanddeelen in aanwezig zijn). Die vlam is bij dag naauwelijks zigtbaar, maar geeft eene groote hitte. Houdt men er de punt van een kegelvormig stuk gebranden kalk in, dan gloeit dat oogenblikkelijk met een verblindend licht, dat naauwelijks door het oog verdragen kan worden. Naar den ontdekker noemt men dit licht DRUMMOND's licht, of het DRUMMOND'sche kalklicht, en bezigt het, gelijk bekend is, wegens zijne bovenmatige lichtkracht, als plaatsvervanger van het zonlicht bij mikroskopen, welke men dan *Hydro-oxygeen-gas-mikroskopen* noemt.

Vrij, dat is niet met andere elementen verbonden, vindt men in de natuur de waterstof niet, maar veelvuldig in scheikundige verbindingen; en ten opzigte van het deelnemen aan de zamenstelling van de deelen der aarde staat de waterstof weinig bij de zuurstof ten achter. Bij de vorming van de ligchamen der levende wezens overtreft zij zelfs de zuurstof aanmerkelijk.

Eene bijzondere eigenschap van het brandende waterstofgas is, dat het een klank of toon als van eene harmonica doet hooren, als het boven de opening van eene spits uitgehaalde glazen buis brandt. Die buis moet luchtdigt bevestigd zijn in den hals van eene flesch, in welke voortdurend eene zwakke ontwikkeling van waterstofgas plaats heeft. Houdt men dan eene goed gedroogde, wijde glazen buis, welke van boven gesloten moet zijn, of hoogstens slechts eene kleine opening hebben mag, over de vlam van waterstofgas, dan wordt de toon hooger of lager, naarmate men die buis hooger of lager houdt. Dit is de zoogenaamde *chemische harmonica*.

Hoe er door de verbinding van twee elementen in verschillende verhouding met elkander, geheel verschillende ligchamen gevormd worden, en hoe groot het onderscheid daarenboven is of die beide elementen slechts mechanisch met elkander vermengd

worden, gelijk water met wijn, dan wel of zij scheikundig vereenigd zijn, dat bewijst ons het water tegenover het zoogenaamde knalgas. Het water is eene scheikundige vereeniging van waterstof en zuurstof, het knalgas is slechts eene vermenging van beide ligchamen, en wel van twee maatdeelen waterstofgas met een maatdeel zuurstofgas. Dit gas verbrandt met een' sterken knal, door eene hevige ontploffing veroorzaakt, waardoor ook de omgang met knalgas niet zonder gevaar is.

Deze weinige opmerkingen mogen voldoende zijn om onze lezers met de belangrijkste eigenschappen van het waterstof- en zuurstofgas, de beide ligchaamshelften van het water, bekend te maken.

PRIESTLEY [1], CAVENDISH [2] en LAVOISIER deelen gezamenlijk de eer, de natuur van het water ontdekt te hebben. Omstreeks het jaar 1783 bespeurde PRIESTLEY dat er zich bij de verbranding van waterstofgas in eene flesch, ten koste van het zuurstofgas der lucht, een waterachtig beslag aan den wand van het glas nederzette. Zóó digt bij de ontdekking van de zamenstelling van het water, deed hij die ontdekking zelve toch niet, daar hij het zoo voor de hand liggende besluit, dat dit water door de oxydatie van de waterstof (door hare verbinding met zuurstofgas) ontstaan moest zijn, niet vormde. Tusschen die waarneming en de daaruit te maken goede gevolgtrekking drong zich een spook in, dat de geheele scheikunde destijds beheerschte, namelijk het *phlogiston*. Om de groote beteekenis welke dit blootelijk vermoedde ding verkregen had, is het noodig er hier een weinig van te zeggen. Vóór dat men de na-

---

[1] JOSEPH PRIESTLEY, in 1733 in Yorkshire geboren, werd van een' vrijzinnig geestelijke een bevorderaar der natuurkunde. Om zijne sympathie voor de fransche en noord-amerikaansche omwentelingen werd hij vervolgd en ging daarom, in 1794, naar de Vereenigde Staten, waar hij in 1804 stierf.

[2] HENRY CAVENDISH, tweede zoon van den hertog van Devonshire, geboren te London in 1731, en gestorven in 1810, was een dier weinige uitzonderingen onder de menschen, welke bij alle uiterlijk geluk toch de verrijking van hunnen geest niet verwaarloozen. Hij offerde een ontzaggelijk vermogen bijna geheel op aan de wetenschap en deelde het met elken geestgenoot die in gelijke rigting voortschreed.

tuur der zuurstof kende, veroorzaakte de verklaring van het verbrandingsproces aan de scheikundigen veel hoofdbrekens. In het jaar 1665 verklaarde de engelschman ROBERT HOOKE de verbranding door te zeggen: dat de lucht, welke wij inademen, het oplosmiddel voor alle brandbare ligchamen was, en dat de werking der oplossing die hooge temperatuur voortbragt welke wij vuur noemen; ja hij was der waarheid reeds zóó nabij dat hij zeggen konde, dat de oplossing van het brandende ligchaam door eene stof, die met de lucht vermengd was, veroorzaakt werd. Reeds ten tijde en na den tijd van HOOKE verwijderden JOHN MAYOW, ROBERT BOYLE en BECKER zich weder verder van de reeds half gevondene waarheid, en de leerling van den laatstgenoemden, GEORG ERNST STAHL, bedacht in 1720 het phlogiston, dat in onze taal brandbaar beteekent. Dat phlogiston zou in elk ligchaam aanwezig zijn en wel op die wijze dat dit ligchaam uit phlogiston en uit een' onverbrandbaren grondslag zou bestaan; de zwavel b. v. uit phlogiston en zwavelzuur. Bij de verbranding zou het vlugtige phlogiston ontwijken, en het onverbrandbare bestanddeel achterblijven. Die theorie van het phlogiston hield langer dan eene halve eeuw stand. BAYEN bewees dat deze theorie niet volkomen toegepast kon worden, en hij was, naast PRIESTLEY en CAVENDISH (die zich gelijktijdig met PRIESTLEY met het voortbrengen van water uit de beide elementen bezig hield) de wegwijzer voor LAVOISIER, welke de waarnemingen door BAYEN gemaakt als goed erkende, terwijl de beide andere genoemde geleerden nog aan het phlogiston zijne rol lieten voortspelen.

PRIESTLEY en CAVENDISH hebben dus ontdekt dat er bij de verbranding van waterstof in dampkringslucht (die altijd zuurstof bevat), of in zuurstof, water geboren wordt; doch LAVOISIER heeft meer bepaald bewezen dat het water een zamengesteld ligchaam is en dat waterstof en zuurstof, tot waterstofoxyde verbonden, zijne beide bestanddeelen zijn.

In November 1783 werd LAVOISIER's ontdekking in eene zitting der fransche *Académie des sciences* voorgedragen.

Kort daarna werd er door verschillende scheikundigen, namelijk

door Fourcroij, Vauquelin en Seguin en sedert door alle leeraars der scheikunde tallooze malen, kunstmatig, water gevormd uit zijne beide bestanddeelen, en daardoor tevens met zekerheid aangetoond dat het gewigt van het gevormde water naauwkeurig gelijk is aan het vooruit gewogene gewigt der gebezigde gassen [1].

2. Eigenschappen van het water.

Het is bekend dat het water zijne natuur als een druipend vloeibaar ligchaam, in een gesloten vat en in de middelbare temperatuur van onzen dampkring, onveranderlijk behoudt; en even bekend is het ook dat het door onttrekking van warmte in een vast ligchaam veranderd kan worden, alsmede dat het, door het tot boven 80° R. te verwarmen, in een gasvormig ligchaam, in watergas (niet te verwarren met waterstofgas) verandert.

IJs is de kristalvorm van het water, welke het, gelijk de meeste andere ligchamen, door verkoeling aanneemt. Terwijl, gelijk men weet, de kristallen van andere voor kristallisatie vatbare ligchamen eene zeer regelmatige gedaante, met bepaalde vlakken, kanten en hoeken hebben, zoo vertoont het kristal van het water, het ijs, slechts zelden geheel regelmatig gevormde gedaanten. Hoe groot daarentegen de afwisseling van de gedaanten der zich vrijelijk vormende phantastische ijskristallisatiën zijn kan, ziet men aan bevrozene vensterglazen en aan het bevriezen van eene watervlakte.

Zoo als bekend is noemt men het punt van den thermometer van Réaumur dat met nul gemerkt is, het ijs- of vriespunt, en men zou gevolgelijk meenen dat het water steeds bevriezen moest als de thermometer 0° R. aanwijst. Zoo is het echter niet altijd, en dus is, strikt genomen, die naam van het nulpunt onjuist. Water, dat zich in eenen toestand van volkomene rust bevindt, kan verschei-

[1] Het zou ons hier te ver van het ons voorgestelde doel, en ook te ver in de scheikunde voeren als wij thans over de scheikundige zamenstelling van het water en hare verhoudingen uitweiden en de proeven om water te maken beschrijven wilden, waarom wij in dezen onze lezers naar scheikundige handboeken verwijzen moeten.

dene graden onder nul nog vloeibaar blijven, en het verstijft eerst dan, maar ook in één oogenblik en plotseling als tot eene ijzige pap, als men het sterk beweegt. Ook in het luchtledige bevriest water eerst op bijna 5° R. onder nul. Daarbij is het zeer opmerkelijk dat zulk water zich alsdan, op het oogenblik der verstijving, plotseling tot op 0° R. verwarmt.

Alle voorjaren zien wij de ijsschotsen van de weder vrij wordende wateren op de oppervlakte van het water drijven, zonder daarbij er aan te denken dat wij hier eene uitzondering op andere ligchamen zien, welke in vasten toestand zwaarder dan in vloeibaren zijn, wijl zij dan eene kleinere ruimte innemen, of een geringer volumen hebben. Het water zet zich bij het bevriezen uit, en neemt dus eene grootere ruimte in dan dezelfde hoeveelheid water vóór het bevriezen had, het ijs moet dus ligter zijn en gevolgelijk op het water drijven. Dat uitzetten van het water bij het bevriezen heeft reeds menige flesch doen stuk springen!

Een ander verschijnsel dat men het bevriezen van water ziet vergezellen is dit: dat water, hetwelk met vreemde stoffen vermengd is, zoo als zouten, zuren, alkohol, enz. moeijelijker dan zuiver water bevriest, en wel des te moeijelijker hoe meer er zich van die stoffen in bevinden. Als zulke mengsels eindelijk toch bevriezen, dan bevriest meestal slechts het water; het weinige dat onbevrozen blijft, is water dat de geheele oplossing in zich opgenomen heeft, en dus veel meer verzadigd is dan vroeger het geheele mengsel. Men kan dit gemakkelijk met zout water beproeven. Ook is het bekend dat men niet zelden bier, dat bevrozen geweest is, aanprijst als krachtiger dan wat niet bevrozen geweest is. In het groot ziet men dit verschijnsel bij het zeewater, daar een gedeelte van het ijs van de poolzeeën, dat alle jaren in de gedaante van drijvende ijsbergen naar zuidelijker breedten afzakt en dat grootendeels niets anders dan bevrozen zeewater is, bijna geen zout bevat. In het dagelijksch leven drukt men dit verschijnsel uit door te zeggen, dat datgene, wat in het water opgelost was, er uitgevrozen is.

Eene zeer bijzondere en voor het organische leven hoogst gewigtige eigenschap van het water bestaat daarin dat het den hoogsten trap van zijne digtheid en gevolgelijk zijne grootste zwaarte eerst dan verkrijgt, als het een weinig warmer dan 4° R. boven het vriespunt is. Gelijk alle vloeistoffen heeft het water overigens weinig of geene veerkracht, en laat zich dus kunstmatig slechts uiterst weinig zamenpersen, ofschoon het wel door zijn eigen gewigt in de diepere lagen van de zee, of door het zamengeperst worden van groote stroomen in plotselinge vernaauwingen van hunne beddingen, iets digter wordt. Daardoor nu dat het water bij + 4° R. digter en dus zwaarder dan bij andere warmtegraden is, wordt het geheel digt vriezen, tot aan den bodem, bij vloeden, meren of andere groote verzamelplaatsen van het water, belet.

Is in den winter de oppervlakkige laag van het water tot op + 4° R. afgekoeld, dan zinkt zij, wijl zij alsdan de zwaarste is, naar den bodem, en dit afwisselend zinken heeft zonder twijfel zoo lang plaats, totdat de geheele watermassa dien warmtegraad verkregen heeft. Dan eerst bedekt zich de nog verder afgekoelde oppervlakte met ijs, en dit beschut nu, als een slechte warmteleider, het onder gelegene water voor verdere bekoeling, en dus voor bevriezen. Zonder die eigenschap van het water, en wanneer integendeel het ijs zwaarder was dan het vloeibare water, zou op hooge breedten het water van rivieren, meren, enz. in strenge winters tot op den grond in ijs veranderd worden. Daardoor zou het voor de meeste in het water levende dieren niet mogelijk zijn om te leven, en zou ook de ruimte tot woning voor het dierenrijk belangrijk minder zijn dan zij tegenwoordig is.

De zee, met welker water zoo iets geenszins plaats heeft, wordt voor het tot den bodem digtvriezen bewaard door het zoutgehalte van haar water: want wij hebben gezien, dat bij het bevriezen van zout water het zout grootendeels van het water afgescheiden wordt. Daardoor is in digtgevrozen inhammen van de zeekust het ijs bijna zoutvrij, en het daar onder liggende water des te zouter en des te minder vatbaar om te bevriezen.

Wordt het water boven 4° R. verwarmd, dan zet het zich steeds meer en meer uit, en bereikt bij 80° R. zijne hoogst mogelijke uitzetting, daar het dan kookt en als watergas in de lucht opstijgt, wijl het alsdan ligter dan deze laatste is. Wij gelooven wel als bekend te mogen veronderstellen, dat het kookpunt niet overal hetzelfde is, en het des te lager ligt in hoe hoogere streken men water aan het koken brengt, of met andere woorden, hoe geringer de drukking van de lucht op die plaats is. 80° R. is het kookpunt op lage vlakten waar de barometerstand 28 par. duim is. Die wet van het kookpunt heeft iets lastigs voor bezoekers van bergtoppen, waar men, met het hevigste vuur, noch vleesch, noch groenten gaar koken kan, omdat het water daar reeds ver beneden 80° R. kookt, en dan als waterdamp vlugtig wordt. Men moet zich dan met geslotene kookgereedschappen behelpen, waardoor de waterdamp opgesloten blijft, op het water drukt, en zoo het kookpunt hooger doet worden. In eene alpenhut bij den Unteraargletscher, omstreeks 7000′ boven de zee, behielp men zich om aardappelen gaar te koken daarmede, dat men een stuk linnen op de oppervlakte van het water legde. Dit is een van de tallooze gevallen waarin het dagelijksch leven de wetenschap vooruit geloopen is. Elke huisvrouw weet hoe het deksel van haren kookketel het gaarworden der spijzen bespoedigt, en dit is zonder twijfel reeds vele eeuwen lang bekend geweest, vóór dat de wetenschap de oorzaak daarvan, de natuurwet, aanwees.

Men kan zich overigens met behulp van de luchtpomp gemakkelijk van dien invloed van de drukking der lucht op het kookpunt van het water overtuigen. Als men eene schaal met water onder de klok van eene luchtpomp plaatst, en vervolgens de lucht uit de klok pompt, zoodat er geene lucht meer op het water drukt, dan is de gewone warmtegraad van de kamer reeds in staat om het water aan de kook te brengen. Op dezelfde natuurwet berust ook de bekende, aan de smalle gemeente somtijds als een wonder vertoond wordende polshamer, een toestelletje als nevensstaande figuur, bestaande uit twee holle glaskogels, die door eene glazen buis met elkander verbonden zijn. De inwendige ruimte is

Fig. 1.



Polshamer.

gedeeltelijk met water gevuld, en overigens luchtledig. Neemt men nu den eenen kogel in de hand, nadat men al het water in dien kogel heeft laten loopen, dan geraakt dit, in die luchtledige ruimte, reeds door de warmte van het ligchaam aan het koken.

Bij deze gelegenheid mogen wij niet nalaten te herinneren, dat het kookpunt geenszins voor alle vloeistoffen een en hetzelfde is. Zwavelether b. v. kookt reeds op 30° R. en kan dus wel in de hand van eenen koortszieke aan het koken gebragt worden. Men moet zich wachten om aan het woord koken het denkbeeld van eene groote warmte te verbinden, zoo als wij ons dat van het koken van water aangewend hebben. Kokende ether is niet warmer dan ons bloed niet zelden is.

Tot beneden 80° R. afgekoeld, verdigt zich het watergas terstond weder tot water. Wij zien dit b. v. aan het deksel van onzen theeketel, aan welks onderzijde zich, zoo lang het water kookt, telkens heete waterdruppels verzamelen, die echter steeds minder dan 80° R. warmte hebben, en ontstaan zijn door dat het opstijgende watergas zich aan het in vergelijking koudere deksel weder verdigtte (condenseerde).

Dewijl het uit kokend water opstijgende watergas in de lucht eene lagere temperatuur aannemen moet, zoo kan het zijnen gasvorm natuurlijk niet behouden, en moet het terstond weder in druipend vloeibaren toestand terugvallen als het eene vaste, beneden 80° R. warme zelfstandigheid ontmoet. Maar in den ligt doordringbaren dampkring gaat het tot eenen middentoestand over, in welken wij het damp, waterdamp noemen. Deze verschilt daarin van het watergas, dat dit een werkelijk gasvormig ligchaam zonder reuk, smaak of kleur is, terwijl damp slechts de grootste werktuigelijke verdeeling van het water in uiterst kleine blaasjes is. Het is gemakkelijk na te gaan, dat waterdamp de stof is waaruit de wolken bestaan, hoewel zulke waterdamp, welke uit watergas

ontstaan is, in eene uiterst kleine hoeveelheid in de wolken aanwezig is. Wij zullen andere, meer opleverende bronnen voor de wolkenvorming leeren kennen. Slechts boven heete bronnen, die warmer zijn dan het kookpunt, b. v. de geysers van IJsland, kan het watergas een belangrijk aandeel in het vormen van wolken hebben.

Volgens de metingen van DE SAUSSURE wisselt de grootte der dampblaasjes af van $^1/_{2780}$ tot $^1/_{4500}$ duim, dat is: zoo vele blaasjes, als de noemer van die breuken zegt, op eene rij naast elkander gelegd, zouden eene reeks van de lengte van één duim geven.

De verdamping van het water, dat is het overgaan van vloeibaar water tot den vorm van gas in de atmospheer, is een algemeen bekend maar daarom niet minder een in den hoogsten graad belangrijk verschijnsel in de natuur van het water. De naam van dampkring, waarmede het grieksche woord atmospheer veelal vertaald wordt, duidt die belangrijkheid reeds aan en is een gevolg van de vatbaarheid van het water om te verdampen. Het is bekend dat natte ligchamen schielijk in de lucht droogen, en dat zelfs groote verzamelingen van water, b. v. poelen en moerassen, langzamerhand volkomen uitdroogen, dat is verdampen. Dit gebeurt in eene drooge, warme en in beweging zijnde lucht sneller dan wanneer zij vochtig, koud en in rust is. Men zou kunnen twijfelen of het verdampende water door de lucht opgelost wordt, gelijk een stuk suiker in water, dan wel of het in gas veranderd wordt, waarbij gevolgelijk niet de lucht, maar wel de temperatuur het oplossende of liever omzettende middel zijn zoude. Het eerste gevoelen, dat ons reeds vooraf onwaarschijnlijk voorkomt, is ook door de bevestiging van het andere wederlegd geworden, daar de verdamping ook in eene luchtledige ruimte plaats heeft. Hiermede is ook het feit in overeenstemming dat in eene ijlere lucht, b. v. op de bergen, de verdamping spoediger geschiedt. Het is eene vrij algemeen verspreide dwaling, dat de lucht op hooge bergen, b. v. op de Alpen, vochtiger zou zijn dan in de dalen. Dat juist het tegenovergestelde het geval is, moet elken opmerkzamen bezoeker dier bergen reeds daaruit blijken, dat men er geene herdershut ziet welker houten dakpan-

nen niet sterk krom getrokken zijn, iets wat bij dergelijke houten plaatjes op de hutten in de dalen geenszins het geval is, omdat zij steeds met water doortrokken zijn, hoezeer die vochtigheid door het aanraken met de hand niet te bespeuren moge zijn.

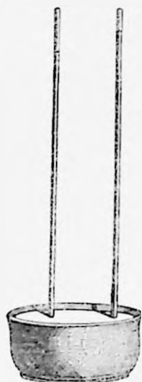
Bij de verdamping van het water wordt er aan de uitdampende oppervlakte warmte onttrokken, die door den waterdamp gebonden wordt. Wij voelen zulks, als wij de vochtige hand in de lucht bewegen, door eene zeer merkbare afkoeling, welke zoo lang aanhoudt tot de verdamping geeindigd, dat is tot de hand weder droog is. Door die beweging der hand wordt de aanhoudende wegvoering van het verdampende, in watergas veranderende water bewerkt, en de snelle wisseling der steeds op nieuw aanvangende verdamping onderhouden. Ook wordt daardoor een sterker gevoel van koude opgewekt dan wij gewaar zouden worden wanneer wij de hand stil hielden. Dat gevoel van koude wordt nog sterker als wij de hand, in plaats van met water, met alkohol bevochtigen, die sneller dan water, of met ether die nog veel sneller dan alkohol verdampt.

Die bij eene gewone temperatuur plaats vindende oplossing van het water in watergas, en de omzetting van het water in damp of wasem, houdt eerst dan op als de lucht boven de uitdampende watervlakte reeds eene zoo groote hoeveelheid verdampt water opgenomen heeft, als zij bij hare temperatuur opnemen kan. Iedereen weet dat de wasch niet droogt als het vochtig en donker weder is, dat is als de lucht reeds volkomen met waterdamp verzadigd is. Zulke met waterdamp volkomen verzadigde lucht moet natuurlijk zwaarder zijn dan drooge lucht, daar bij het gewigt van de lucht ook nog dat van den damp komt. Op dit zeer natuurlijk verschijnsel berust de bruikbaarheid van den barometer als een weêrvoorspeller. Daalt het kwikzilver in het korte, opene, tot een' vergaderbak uitgezette gedeelte, dan is dat een teeken dat de lucht sterker op de oppervlakte van het kwikzilver drukt, omdat zij zwaarder is dan gewoonlijk, en zij is voornamelijk daarom zwaarder omdat zij een groot gehalte aan waterdamp bezit.

Dat echter de barometer als weêrvoorspeller vrij onzeker is, weet

iedereen; doch veel zekerder dienst heeft men van dit werktuig bij het bepalen van de spanning, *tensio,* of uitzettingskracht, *expansio,* van water en andere vloeistoffen. Hieronder verstaat men het streven van vloeistoffen om den vorm van gas aan te nemen en de kracht die zich vertoont bij de uitvoering van die pogingen. Nevensstaande houtsnede, figuur 2, geeft ons een denkbeeld van de wijze om die spanning te meten. Van twee, van boven geslotene en van beneden opene barometer-buizen wordt de eene met water en de andere met ether van binnen bevochtigd, vervolgens worden beide met kwikzilver gevuld, en met het opene einde naar onderen in een vat met kwikzilver geplaatst. Het water en de ether, die aan den binnenwand van de buizen kleven, trachten beide, elk met de hun eigene uitzettingskracht, tot gas over te gaan, en dringen een deel van het kwikzilver uit de benedenopening in het vat terug, zoodat er in het bovenste gedeelte van de buis eene ledige, of liever eene met gas gevulde ruimte ontstaat. Die met gas gevulde ruimte is in de buis, welke met ether bevochtigd was, grooter dan in de andere, wijl de ether eene grootere uitzettingskracht heeft dan het water.

Fig. 2.



Werktuig om de spanning van gassen aan te toonen.

Eene menigte verschijnselen van het dagelijksche leven zijn een gevolg van de natuurwet, waardoor waterdamp, door eene lagere temperatuur, gedwongen wordt zich weder in vloeibaar water te veranderen. Aan de van buiten koude vensterruiten zet zich de waterdamp van de lucht in de warme kamer als een wasem neder en wordt daar tot water verdigt. Wij zeggen dat eene flesch beslaat of bewasemt als wij die uit den kelder, of met koud water gevuld, in de verwarmde kamer brengen. Hier geschiedt volkomen hetzelfde als bij de vensterruiten. Deze verschijnselen zijn niets anders dan dat de koude van de flesch en de vensterruiten den waterdamp van de luchtlaag, welke die voorwerpen aan-

raakt, verdigt en als kleine druppeltjes zigtbaar doet worden.

Iets anders is het vochtig worden van vaste ligchamen, het zoogenaamde aantrekken van vocht, in vochtige lucht. Dit is ongeveer hetzelfde verschijnsel als wanneer wij zien dat de lucht, welke anders zoo bewegelijk is, zich als eene zeer dunne laag, die zelfs naauwelijks met geweld te verwijderen is, aan vaste ligchamen vasthecht. Datzelfde vermogen heeft ook de waterdamp der lucht die zich aan de oppervlakten der ligchamen verdigt. Op die adhaesie of aankleving van gasvormige stoffen aan vaste berust het overdragen van smetstoffen (b. v. van de pest) door andere ligchamen; namelijk als de stelling bewezen wordt dat die smetstof eene met de lucht vermengde en ook eveneens gasvormige stof is.

In de volgende afdeeling zullen wij nog vele andere verschijnselen door deze wet kunnen verklaren.

Eene van de voor ons meest belangrijke eigenschappen van het water, als scheikundig ligchaam, is zijne oplossende kracht of de geschiktheid om andere stoffen in zich op te nemen; en wij zullen ons van het groote belang dier eigenschap het best in een later hoofdstuk overtuigen als wij „het water in betrekking tot de voeding" beschouwen zullen.

De oplossing bestaat in het opnemen van de opgeloste stof door de oplossende, in dezelfde ruimte welke deze laatste alleen tot aan dat oogenblik innam, gepaard met eene innige vermenging en van gelijken vorm worden der afzonderlijke deeltjes van beide stoffen. Als wij een theelepeltje vol zout in een kelkje met water laten oplossen, dan wordt de ruimte-opvulling van het water daardoor weinig veranderd; het zout heeft den vorm eener vloeistof aangenomen en de oplossing ziet er slechts een weinig meer troebel uit dan het heldere water vroeger; slechts door den smaak kan men de oplossing onderscheiden van zuiver water. De onkundige is nu zeer genegen om deze oplossing, wegens de innige vermenging van beide stoffen, voor eene scheikundige verbinding te houden, gelijk het water eene scheikundige verbinding van waterstof en zuurstof is. Dit is echter eene dwaling.

Eene oplossing is eerder slechts eene mechanische vermenging, waarbij de vaste stof, die in de vloeibare opgelost is, haren vorigen agregatietoestand verloren heeft, daar zij hare deeltjes met die van de vloeistof in een innig verband bijeen gebragt heeft. Men kan zich die werking op de volgende wijze voorstellen. In de zoutkristallen, om bij dat voorbeeld te blijven, worden de kleinste deeltjes te zamen gehouden door de zoogenaamde cohaesie of kracht van zamenhang. Die kracht alzoo is het welke belet dat een ligchaam van zelf in stukken valt, of dat zijne deeltjes van zelf van elkander verwijderd worden; en er moet eene andere kracht zijn om de cohaesie te overwinnen, dat is om een vast ligchaam te verdeelen. Die cohaesie verschilt echter veel in onderscheidene ligchamen; in de hardsten is zij het grootst, in de zachten is zij minder. Bij het marmer moeten wij, om haar te overwinnen, hamerslagen aanwenden, bij het krijt is de drukking van onze vingers voldoende. Bij buigbare en vloeibare ligchamen is de cohaesie in verschillende graden gewijzigd. Terwijl de deeltjes van vaste ligchamen wel uit hunnen zamenhang gedreven, maar in dien zamenhang niet verschoven kunnen worden, is dit laatste wel mogelijk bij buigbare en vloeibare ligchamen. De verschillende cohaesiegraden kunnen door warmte, en bij vele vaste ligchamen door het bijvoegen van vloeistoffen, op verschillende wijze veranderd worden. Gom, b. v. de arabische gom, komt als eene vloeistof uit de boomen en wordt in de lucht, door het verlies van water, eerst buigbaar en ten laatste hard; men kan haar, gelijk bekend is, door het bijvoegen van water beide cohaesiegraden wedergeven. Een geringe graad van warmte maakt het in de koude volkomen harde was bijna vloeibaar als water, een hoogere graad doet dat bij het lood, en een nog hoogere bij het koper, wat wij dan smelten noemen. Alle drie keeren echter na de bekoeling weder tot de cohaesie van vaste ligchamen terug. Wijzigingen der buigbaarheid zijn de rekbaarheid en de hamerbaarheid der metalen, door de eerste kunnen zij door trekken tot draden, door de tweede onder de slagen van den hamer tot blik gemaakt worden.

Buigbaarheid en vloeibaarheid zijn beide een uitvloeisel van de zoogenaamde verschuifbaarheid der deeltjes van een ligchaam, welke bij de eerste geringer dan bij de laatste is. Van beide zijn er eene menigte graden: meer of min buigbare,[1] dik of dun vloeibare ligchamen, enz.

Bij het water is die verschuifbaarheid zijner deeltjes zeer groot, en even groot is het streven om na elke stoornis, aan zijne oppervlakte, den horizontaal vlakken of den juist daarom zoo genaamd waterpas vlakken stand weder aan te nemen. Die groote verschuifbaarheid der waterdeeltjes ondersteunt de oplossende kracht van het water, doch is daarvan geenszins de oorzaak; want in dat geval zou elke vloeistof, welker deeltjes even verschuifbaar zijn als die van het water, op elke oplosbare stof eene gelijke oplossende kracht moeten uitoefenen, wat niet altijd het geval is. Alkohol lost b. v. keukenzout niet op. Wij moeten overigens de eigenschappen, die tot het tot stand komen van eene waterige oplossing van zout en water gelegenheid geven, niet in het water alleen zoeken, maar in het als voorbeeld aangehaalde geval, ook in het zout.

Desniettemin kan men zich het oplossen nog geenszins volkomen duidelijk voor den geest brengen en behelpt men zich, tot later, met eene hypothese. Men stelt dat de deeltjes der ligchamen niet slechts de cohaesie, maar ook nog eene andere kracht daarnevens, de adhaesie of kracht van aankleving huisvesten. Is nu de adhaesie der deeltjes van een ligchaam, dat pogingen doet om zich met de deeltjes van een ander ligchaam te verbinden, grooter dan de cohaesie, en is dit hetzelfde geval bij het andere ligchaam in betrekking tot het eerste, dan wordt in beiden, bij de vermenging, de cohaesie overwonnen, en de adhaesie bewerkt eene innige verbinding van de deeltjes van beide stoffen; op zulk eene wijze, dat wij beide ligchamen met het oog niet meer onderschei-

[1] Buigbaar moet niet met veerkrachtig, elastiek, verwisseld worden. Veerkrachtige ligchamen, b. v. caoutchouc, hebben de eigenschap om, als men met uitrekken ophoudt, in hunne vroegere gedaante terug te springen; iets wat bij slechts buigbare stoffen, b. v. was, niet het geval is.

den kunnen; beide te zamen vormen eene oplossing. Dit is het geval met water en keukenzout, of suiker, of gom. Bij gom is echter tegenover alkohol de cohaesie grooter dan de adhaesie, en daarom lost gom niet op in alcohol; krijt, al is het tot het fijnste poeder gemaakt, lost in water niet op, maar zinkt daarin langzamerhand naar den bodem, omdat in een van beiden, waarschijnlijk in het krijt, de cohaesie grooter is dan de adhaesie. Krijt en water geven dus geene oplossing.

Maar al is nu ook eene oplossing eene zoo innige vermenging, dat men de afzonderlijke deeltjes der twee of meer met elkander vermengde stoffen niet met het oog, zelfs niet met het gewapende oog onderscheiden kan, zoo blijven toch desniettemin alle wezenlijke eigenschappen der stoffen nevens elkander in het mengsel bestaan. Eene suikeroplossing in water en eene andere in alkohol zien er volkomen gelijk uit, maar in de eerste proeft men, nevens het smaaklooze water, de suiker; en in de laatste proeft men, nevens de suiker (en riekt men ook tevens) den alkohol. Deze regel weêrspreekt geenszins het feit dat frambozensap de kleurloosheid van het water, waarin het gemengd is, opheft; want dit is geene kleurgeving maar slechts een naast elkander bestaan van de kleuren van beide ligchamen; immers wij zien dat het water de donkerroode kleur van het onvermengde frambozensap verminderd heeft. Roode en witte wijn, bij elkander gegoten, (wat ook eene oplossing is), geven eene tusschenbeiden in staande kleur. Ook de kleuren van de zelfstandigheden, waaruit eene oplossing bestaat, bestaan dus nevens elkander.

De oplossende kracht van het water is echter niet onbegrensd, want van elke daarin oplosbare stof kan het slechts eene bepaalde hoeveelheid oplossen, en alles wat men boven die hoeveelheid in het water doet, blijft daarin onopgelost. Het water kan dus, gelijk elke oplossende vloeistof, als 't ware van zijne oplossingszucht verzadigd worden, en daarom noemt men eene oplossing eene verzadigde, als zij de grootste hoeveelheid van de stof, die in haar oplosbaar is, bevat. Zoo kan b. v. 100 lood water 26 lood keukenzout oplossen. De oplossende kracht van het water, om van

andere vloeistoffen te zwijgen, kan echter door warmte verhoogd worden, ten minste als men niet met meer regt zeggen moet dat de oplosbaarheid van het vaste ligchaam daardoor verhoogd wordt. 100 lood heet water kan nog 4 lood keukenzout meer oplossen. Bekoelt die oplossing naderhand, dan scheiden zich die vier lood als kristallen weder af. Verder is het een kenteeken, en ten opzigte van de scheikundige verbindingen wel een onderscheidend kenteeken van de oplossing, dat men tot aan de verzadiging elke willekeurige hoeveelheid van eene oplosbare vaste stof in eene vloeistof oplossen kan. Wij kunnen weinig of veel zout in een glas met water oplossen; doch, gelijk wij zoo even hoorden, niet boven 26 procent.

De scheikundige verbindingen zijn zelfs in den ruimsten zin van het woord ook slechts mengsels van twee of meer elementen, en behooren dus, streng genomen, met de oplossingen in ééne klasse; maar er komen daarbij velerlei verschijnselen voor waardoor zij zich van de oplossingen onderscheiden en den hoogsten en volkomensten trap van de vermenging uitmaken.

Immers men kan bij het vormen eener bepaalde scheikundige verbinding niet willekeurig te werk gaan, door eene hoeveelheid van de eene stof met eene andere hoeveelheid eener andere stof te verbinden, daar scheikundige verbindingen altijd streng aan bepaalde verhoudingen verbonden zijn. Als de scheikundige waterstof en zuurstof tot water vermengen wil (om dat ongeoorloofde woord hier te bezigen) dan kan hij daartoe van die beiden niet eene willekeurige hoeveelheid nemen; slechts in eene vast bepaalde en onveranderlijke verhouding, van 88 gewigtsdeelen zuurstof en 11 gewigtsdeelen waterstof, vormen zij te zamen water.

Daar het water ook bij scheikundige verbindingen eene groote rol speelt, zoo zal het niet ongepast zijn de voornaamste eigenschappen van eene scheikundige verbinding hier te behandelen.

Wij moeten echter eene korte verklaring van het denkbeeld atoom laten voorafgaan, waarvan men in het algemeen een zeer verward of verkeerd begrip heeft.

Zoo als bekend is heet een atoom iets ondeelbaars. Immers

atoom is *taalkundig* iets dat niet verdeeld of verdeelbaar is. Daar wij nu zelfs de kleinste ligchaampjes die wij met onze mikroskopen gewaar kunnen worden, met genoegzaam fijne werktuigen of werkelijk nog meer verdeelen of ten minsten ons als nog verder deelbaar, als nog kleiner te maken, voorstellen kunnen, zoo volgt daaruit van zelf, dat eigenlijk het begrip atoom buiten het bereik van onze zinnelijke waarneming ligt, en strikt genomen slechts een gedachten-voorwerp, eene voorstelling is. De scheikunde vat het begrip atoom niet op deze wijze op, maar zij neemt aan, dat alle enkelvoudige stoffen, al komen zij ook, gelijk het ijzer, in nog zoo groote massaas zamenhangende voor, uit enkel kleinste deeltjes zamengevoegd zijn. Van die deeltjes bezit elk de eigenschappen van het element dat zij vormen, en men kan hen niet slechts van wege hunne kleinheid niet meer verdeelen, maar ook daarom niet, wijl aan hen eene bepaalde zelfstandige gedaante toekomt. Als wij b. v. met den sterksten eerst nog te maken mikroskoop bevonden dat de atomen van het ijzer oneindig kleine kubieken of kogeltjes waren, zoo zouden wij hen dan toch nog voor atomen erkennen, al konden wij hen als nog verder deelbaar denken, hoewel die alsdan nog uit te voeren verdeeling eene verstoring, welke hunne zelfstandige gedaante vernietigt, zijn zoude. Op die wijze begrepen zijn zelfs de scheikundige atomen, in den letterlijken zin van het woord, geene atomen meer. Maar als eenmaal de stellingen van de atomenleer werkelijk als gevestigd aangenomen en bewezen zijn, dan zal men vinden dat de scheikundige atomen een' bepaalden vorm hebben, daar wij ons niet voorstellen kunnen dat de oneindig kleine dragers b. v. van de eigenschappen van het ijzer, niet eene bepaalde, zekere, overeenstemmende gedaante hebben zouden. Daar nu het ijzer andere eigenschappen dan het goud heeft, zoo moeten, in overeenstemming met de zoo even uitgesprokene meening, een ijzeratoom en een goudatoom, beide denkbaar kleinste ligchamen, toch verschillende dingen zijn, en, daar zij verschillende eigenschappen en krachten bezitten, waarschijnlijk in gedaante, gewigt, of ook in kleinheid verschillen.

Wij hebben reeds aangemerkt dat de scheikundige zijne atomen nog nooit gezien heeft, en dat zij alzoo slechts een wetenschappelijk hulpmiddel zijn, ofschoon een hulpmiddel dat eene groote waarschijnlijkheid, ja in zekere mate eene dringende noodzakelijkheid in zijn voordeel heeft.

Wij voegen hier de vooronderstellingen in waarop de zoo belangrijke atomenleer der scheikunde rust, en nemen die woordelijk over uit de: *Grundzügen der Chemie von* Dr. H. Hirzel, bladz. 42 en volg.

„1. De atomen zijn de kleinste, enkelvoudigste, stoffelijke deeltjes waarin men zich elke zelfstandigheid als deelbaar voorstelt.

2. De atomen zijn niet verder deelbaar, onveranderlijk en ondoordringbaar; zij hebben een bepaald gewigt, eene bepaalde grootte en misschien ook eene bepaalde gedaante.

3. De atomen van een en hetzelfde element hebben volstrekt dezelfde eigenschappen, en zijn aan elkander dus volkomen gelijk.

4. De atomen van verschillende elementen zijn daarentegen, vooral ten opzigte van gewigt en grootte, van elkander verschillend.

5. De atomen zijn zoo klein dat zij zelfs niet voor het met den besten mikroskoop gewapende oog te zien zijn; doch het is niet onwaarschijnlijk dat men wel eenmaal zulke fijne werktuigen vervaardigen zal, welke voor ons oog de atomen zigtbaar maken kunnen. Dit zou zekerlijk eene schrede vooruit zijn, die voor de uitbreiding en grondvesting onzer kennis van onbegrijpelijk groote gevolgen zijn moet.

6. Zoowel de gelijke atomen van een element, als ook de ongelijke atomen van verschillende elementen, vertoonen eene wederkeerige aantrekking, welke des te grooter is hoe nader bij elkander, en des te kleiner hoe verder zij van elkander verwijderd zijn.

7. Ofschoon de atomen elkander wederkeerig aantrekken, zoo kunnen zij toch nimmer zoo digt bijeen komen dat zij elkander aanraken; zij blijven op betrekkelijk verren afstand van elkander, zoodat zij op gelijke wijze, in vergelijking met hunne grootte, door even zulke belangrijke tusschenruimten gescheiden zijn, als de hemelligchamen in het wereldruim.

8. De tusschenruimten, welke de atomen scheiden, laten zich in zekere mate vergrooten of verkleinen, maar zijn toch ook niet zigtbaar.

9. De eigenschappen van een element hangen volstrekt niet van de bijzondere eigenschappen der atomen alleen af, maar tevens ook van de onderlinge ligging der atomen, alsmede van de grootte der tusschenruimten die hen scheiden. Daardoor is het mogelijk een en hetzelfde element met zeer verschillende eigenschappen te verkrijgen. Diamant, potlood en houtskool zijn alle drie koolstof en echter uiterlijk geheel verschillend. Men kent den phosphorus als een geel, vergiftig, in het duister lichtend, zeer ligt ontbrandbaar ligchaam, men kan hem echter ook rood of zwart, niet vergiftig, niet lichtgevend, moeijelijk ontbrandbaar maken; en toch zijn beide zelfstandigheden, die zoo zeer schijnen te verschillen, een en hetzelfde element.

10. De atomen liggen dus niet als een chaos door elkander, maar bevinden zich in eene regelmatige rangschikking en vormen zeer regelmatige groepen met elkander. Naar het verschil echter in die groepering komt een ligchaam ons voor verschillende eigenschappen te hebben."

Dit laatste punt vordert eene nadere beschouwing, wijl het eigenlijk dàt is, hetwelk het meest tot het aannemen van de atomentheorie uitnoodigt. Er zijn namelijk onder de zoogenaamde organische verbindingen, dat is zulke welke zich in het ligchaam van planten en dieren vormen, verscheidene die, bij eene volkomen gelijke scheikundige zamenstelling, toch aan onze zinnelijke waarneming als geheel verschillende ligchamen, met geheel verschillende eigenschappen voorkomen. Suiker, zetmeel, gom, boomwol (uit plantenvezel bestaande), voor ons gezigt en voor onzen smaak zulke hoogst verschillende dingen — suiker en gom in koud water oplosbaar, boomwol in water volkomen onoplosbaar, zetmeel in koud water niet, en in heet slechts gedeeltelijk oplosbaar — zij alle bestaan uit eene gelijke hoeveelheid koolstof (12), waterstof (10), en zuurstof (10). Dit raadsel is niet minder moeijelijk op te lossen dan dat zijn zoude waarbij iemand beweerde, dat hij

door 6 deelen zwartsel en 6 deelen loodwit met elkander te vermengen, eerst eene grijze, dan eene groene, en vervolgens eene roode kleur zou maken. Om dat raadsel eenigermate op te lossen blijft er niets anders over dan de in punt 10 uitgesprokene stelling. Men kan zich dit daardoor een weinig duidelijk maken dat men de 32 zwarte en de 32 witte vakken van een schaakbord, nu eens op deze en dan weder op gene wijze rangschikt, waardoor men voor het gezigt geheel verschillende beelden krijgt, ofschoon zij steeds met dezelfde middelen vervaardigd zijn. De nevenstaande figuren geven daarvan een voorbeeld; waarbij men nog eene groote menigte dergelijke rangschikkingen, allen slechts veranderingen van de orde waarin de 64 vakken van het schaakspel gesteld zijn, voegen kan.

Fig. 3.



Tot verduidelijking van de Atomenleer.

Het is met die scheikundige gelijkheid der genoemde stoffen in zekere overeenstemming, dat zij zich zoowel kunstmatig in elkander laten omzetten, als dat zij in het levensproces der planten van zelf in elkander veranderen. De suiker der jonge erwten verandert bij het rijpworden in zetmeel, en het zetmeel der garstkorrels bij het ontkiemen (mouten) in suiker.

Na deze opmerkingen over de atomen der scheikundigen gaan wij over tot de beschouwing eener scheikundige verbinding.

Als twee of meer elementen of verschillende uit elementen reeds zamengestelde verbindingen tot eene scheikundige verbinding zamenkomen, dan rangschikken zich, volgens de atomenleer, de enkele atomen in eene bepaalde, regelmatige orde bijeen. Daarbij werkt niet, gelijk wij bij de oplossingen zagen, eene algemeene adhaesie, maar eene vereenigingskracht welke zich veel duidelijker doet kennen, de scheikundige verwantschapskracht, de chemische verwantschap, de affiniteit geheeten. Dat deze kracht van eene bijzondere natuur zijn moet, blijkt daaruit, dat de atomen der verschillende elementen elkander niet gelijkmatig aantrekken, maar dat de atomen van het eene element die van een tweede sterker en gewilliger dan die van een derde aantrek-

ken, of met die van een ander ook wel in 't geheel geene affiniteit vertoonen. Daarbij vereenigen de elementen zich niet in willekeurige maar slechts in vastbepaalde gewigts-verhoudingen. Bij de oplossingen zagen wij dat die verhoudingen niet bestaan zoo lang er geene verzadiging plaats heeft. Dat luisteren naar die wet van de verhouding der gewigtsdeelen blijft echter bij de scheikundige verbindingen op alle plaatsen en ten allen tijde hetzelfde. In eene scheikundige verbinding verliezen de in haar vereenigde elementen hunne eigenschappen en kenmerken, en de verbinding verschijnt als een nieuw ligchaam, met geheel andere kenmerken als die van de elementen waaruit het bestaat. Kwikzilver en zwavel, twee algemeen bekende elementen, vormen de even algemeen bekende scheikundige verbinding die men vermiljoen noemt, en waarin wij, behalve de groote zwaarte van het kwikzilver, de kenteekenen en eigenschappen van beide elementen niet weder erkennen kunnen. Wij kunnen het vermiljoen echter weder in zijne beide bestanddeelen, zwavel en kwikzilver met al hunne eigenschappen en kenmerken scheiden; want ook dit is eene eigenschap van de scheikundige verbindingen. Die deelbaarheid of scheidbaarheid der scheikundige verbindingen in hare elementen dwingt ons om te gelooven, dat de atomen elkander in de verbinding niet doordringen, niet in elkander opgaan, maar slechts naast elkander liggen; wijl anders eene scheiding niet wel denkbaar is.

Wij hebben boven reeds opgemerkt dat het water eene groote rol speelt bij de scheikundige verbindingen, maar vooral is dit het geval bij de organische verbindingen. Het is hier echter niet de plaats om over deze scheikundige beteekenis van het water verder uit te weiden, en volgens het plan van dit werk willen wij datgene, wat over die zaak nog te zeggen valt, tot een later hoofdstuk bewaren, als wij over „het water in betrekking tot de voeding" spreken zullen. Ten besluite van dit hoofdstuk herdenken wij nog eenige bijzonderheden van het water, die ons in het dagelijksch leven dikwijls voor oogen komen.

Door de oplossende kracht van het water, dat men deswegen

het algemeene oplosmiddel noemen mag — en wel met des te meer regt daar die oplossende kracht door verhitting (heete bronnen) en door het gehalte aan koolzuur toeneemt — vindt men op de aarde zeldzaam geheel (scheikundig) zuiver water. Zelfs de meeste bronnen bevatten gewoonlijk eene min of meer groote hoeveelheid van die minerale stoffen opgelost (al zijn zij niet altijd voor het oog of de tong waar te nemen) over welke zij in het binnenste van de aardkorst haren weg namen. Zelfs regen- of sneeuwwater is zelden geheel zuiver. Wij weten dat men door destilleeren het water van alle zulke vreemde stoffen reinigen kan, en daarom is gedestilleerd water scheikundig zuiver, als men bij die destillatie de noodige voorzorgen genomen heeft.

Het in de vrije natuur voorkomende water is dikwijls zoo sterk met opgeloste stoffen vermengd, dat het òf zonder er iets aan te veranderen tot vele nuttige einden aangewend wordt (minerale wateren), òf de afscheiding van die opgeloste stoffen een middel wordt om die bestanddeelen afzonderlijk te kunnen verkrijgen, waarvan de zoutbronnen en het zeewater, ten opzigte van ons keukenzout, bekende voorbeelden zijn.

Als vaste ligchamen door water aangeraakt worden, dan worden zij aan hunne oppervlakte nat; iets wat met het toch evenens vloeibare kwikzilver, en met gesmoltene, en dus ook vloeibare metalen, geenszins het geval is. Dit kan slechts daardoor ontstaan dat de kleinste deeltjes van het water eene grootere aantrekking tot het vaste ligchaam dan tot elkander hebben. Op dien zelfden grond verklaart men ook de zoogenaamde haarbuisjes-aantrekkingskracht of kapillariteit; welke daarin bestaat dat het water, in een haarfijn buisje, of in de naauwe ruimte tusschen twee geheel gladde vlakten, omhoog stijgt tegen de wet der zwaarte in. Met eene in water geplaatste fijne thermometerbuis, of met twee door de vingers goed zamengedrukte stukken vensterglas, kan men zich daarvan gemakkelijk overtuigen. De omstandigheid dat het water naar de wetten der kapillariteit luistert, is in de huishouding der natuur van het uitgebreidste nut, namelijk in het vochtig houden van den aardbodem, daar het water zich door

de kapillariteit in zijne tallooze kleine ruimten voortbeweegt.

Die drenking van den grond met water, welke voor het organische leven en bovenal onmiddellijk voor het plantenrijk zoo noodzakelijk is, wordt, meer nog dan op de gemelde wijze, daardoor verwekt dat poreuze stoffen het gasvormige water uit de lucht opzuigen, in zich zamendrukken en verdigten (condenseeren), dat is tot druipend vloeibaar water maken. Zulk water dat in de uiterst kleine tusschenruimten van vaste ligchamen bevat is, noemt men hygroskopisch gebonden water, en zulke ligchamen welke hygroskopisch, dat is geschikt zijn om gasvormig water in hunne poriën te condenseeren, bezitten zekerlijk ten allen tijde ten minste een weinig hygroskopisch gebonden water, al is het dat zij voor ons gezigt en op het gevoel volkomen droog schijnen te zijn. In dit opzigt zijn de mossen en korstmossen op den grond der bosschen van eene groote beteekenis, daar zij, volgens de wisselingen der temperatuur en van de tijden van den dag, onophoudelijk water opzuigen en weder afgeven, en daardoor de vochtigheid en vruchtbaarheid van den grond helpen onderhouden. Die verborgene aanwezigheid van het water kan men gemakkelijk aantoonen, door eenige spaanders van luchtdroog hout, in een dun medicijnfleschje, boven eene spirituslamp sterk te verhitten, waardoor het hygroskopisch gebondene water er als damp uit gedreven wordt, en zich als een beslag aan den binnenwand van het fleschje nederzet. Hoe meer de lucht met waterdampen gevuld is, des te beter kunnen hygroskopische ligchamen zich vol water zuigen, en wij zien, zonder er om te moeten zoeken, daarvan in de natuur eene menigte voorbeelden. Daartoe behoort b. v. de donkerder kleur van een voetpad bij zeer vochtig weder, het zoogenaamde opzwellen van vensterramen, het zweeten van muren enz. Men heeft van die geschiktheid van poreuze ligchamen om waterdamp te verdigten gebruik gemaakt om de vochtigheid van de lucht te meten, en uit zulke ligchamen hygrometers of hygroskopen gemaakt, waarvan wij in het volgende hoofdstuk spreken zullen.

Wij hebben nu nog een enkel woord te zeggen over het zee-

water, over het zoogenaamde kristallisatiewater, en over de oplossing van gassen in water.

Behalve het bekende keukenzout bevat het zeewater ook nog steeds eenige andere scheikundige verbindingen in opgelosten toestand. MARCET vond in 1000 deelen zeewater:

26,6 chloornatrium (keukenzout),
4,66 zwavelzure natron,
1,232 chloorkalk,
5,154 chloormagnesium.

Bovendien bevat het ook, in zeer kleine hoeveelheden, chloorkalium, zwavelzure kali, en sporen van bromium en jodium, met natrium en magnesium verbonden.

Sedert langen tijd heeft de vraag naar den oorsprong van het zoutgehalte van het zeewater het nadenken der natuuronderzoekers opgewekt, en zonder daarom eene meer uitvoerige beschouwing van de zee (waartoe wij later zullen overgaan) vooruit te loopen, melden wij hier toch even eene opmerking, die gewis voor de meesten onzer lezers nieuw is. De noord-amerikaansche luitenant ter zee MAURY, verdedigt namelijk het gevoelen dat het zout van de zee er minstens gedeeltelijk door de rivieren ingebragt wordt. Wij zullen later zien dat het zoutgehalte van het zeewater niet overal gelijk is, en dat het niet moeijelijk zijn zal daarvoor de redenen op te sporen.

Bij de beschouwing van het kristallisatiewater is het noodzakelijk nog eens tot de oplossingen terug te keeren. Wij hebben gezien dat het water geenszins elke willekeurige hoeveelheid van eene daarin volkomen oplosbare stof vermag op te lossen, en dat zijne oplossende kracht door warmte verhoogd kan worden; maar dat het na de bekoeling de overvloedige stof, welke het slechts onder den invloed der warmte kon oplossen, weder afgeeft.

Naast die vrijwillige wederafscheiding staat de kunstmatige afscheiding van vaste stoffen uit eene waterige oplossing.

Als het in water opgeloste ligchaam vóór de oplossing den kristalvorm bezat, zoo als b. v. keukenzout of rietsuiker, dan kan

men het weder in dien vorm terugbrengen als men het water noodzaakt om in damp- of gasvorm de oplossing te verlaten. Sterk gezoutene boter bedekt zich dikwijls na eenigen tijd met eene korst van regelmatige zoutkristallen. Bij de bereiding der boter is het zout niet slechts in de boter, maar ook in veel grootere hoeveelheid in het water, dat er doorheen gekneed wordt, opgelost. Daar nu dit laatste aan de oppervlakte van de boter verdampt, zoo laat het tevens het zout in zijn' bijzonderen kristalvorm achter. Daar waar men keukenzout uit zoogenaamde zoutbronnen vervaardigt, geschiedt volkomen hetzelfde, behalve dat men de verdamping van het water door koken bespoedigt. Op veel grootere schaal echter heeft dat winnen van zout plaats in vele zoogenaamde zoutsteppen. In die steppen komen bronnen, die met zout bijna verzadigd zijn, aan de oppervlakte der aarde en laten haar water over de vlakte heenvloeijen. De warme zonnestralen bewerken schielijk de verdamping van het water, zoo dat eene dikke en vaste zoutkorst den dorren, van allen plantengroei ontblooten grond bedekt. Uit die zoutkorst houwt men stukken in de gedaante van molensteenen, en rolt die met moeite weg, ter verzending.

Hoe rustiger en langzamer die kristallisatie geschiedt, des te volkomener en regelmatiger, en meestal ook tevens des te grooter worden de kristallen. Daarom roert men de rietsuiker in de raffinaderij gedurende het kristallisatieproces telkens om, omdat men haar geenszins in groote kristallen verlangt; terwijl gedurende het maken van kandijsuiker, die, gelijk bekend is, uit schoone, groote kristallen bestaat, het suikersap stil blijft staan, waardoor zich de kristallen aan daarin uitgespannen draden als zoogenaamde risten hechten, daar kristallen bij voorkeur aan vaste voorwerpen aanschieten.

De kristallisatie wordt ook bevorderd door in de oplossing een kristal van de opgeloste stof te leggen, om hetwelk de andere kristallen dan spoediger heenschieten. Als men eene oplossing heeft waarin twee kristalliseerbare stoffen opgelost zijn, dan is het gemakkelijk de eene er alleen uit te laten kristalliseeren, door er een van hare eigene kristallen in te leggen.

Er zijn nog andere middelen dan de verdamping van het water, om eene opgeloste stof uit eene oplossing te laten kristalliseeren. Zulk een middel is, dat men bij het oplosmiddel, b. v. water, een ander, b. v. alkohol, giet, welke de oplossende kracht van het eerste vermindert, als hij er zich mede vermengt. Dit is een zeer leerzaam chemisch proces. Hebben wij b. v. eene waterige oplossing in welke eene in alkohol onoplosbare stof opgelost is, en wij gieten alkohol daar bij, dan is het zeer begrijpelijk dat de alkohol zich als 't ware tusschen de beide leden der oplossing dringt, en zoodoende de opgeloste vaste stof noodzaakt in kristalvorm van het water te scheiden.

Onder die kristallisatie in eene waterige oplossing wordt er door vele stoffen eene grootere of kleinere hoeveelheid water in de kristallen opgesloten, zonder dat men hun dat watergehalte aanzien kan. Dit water noemt men kristalwater of kristallisatiewater. Vele kristalliseerbare stoffen nemen nu eens meer dan eens minder van zulk kristallisatiewater in zich op, wat dan echter zijnen invloed op hunnen kristalvorm uitoefent. Hetzelfde is het geval bij andere kristallen, welke nu eens met, dan eens zonder kristallisatiewater kristalliseeren. Die ongelijkheid van het gehalte aan kristalwater wordt door den warmtegraad veroorzaakt waarbij de kristallisatie plaats heeft.

Behalve zulk kristalwater bevatten de kristallen, welke in oplossingen geboren worden, nog een weinig mechanisch ingeslotene moederloog, zoo als men de oplossing dan noemt, als de stof, die er in opgelost geweest is, er minstens voor het grootste gedeelte uit gekristalliseerd is. Moederloog noemt men b. v. dat water in de kookketels van zoutziederijen waaruit het keukenzout verkregen is.

Het kristalwater ontwijkt dikwijls zeer ligt uit de kristallen in de lucht, eenvoudig door spanning, *tensio*, waardoor zij meestal hunne doorzigtigheid verliezen en, gelijk men zegt, blind worden. Door hitte kan het mechanisch ingesloten water gemakkelijk uitgedreven worden, waardoor het den gasvorm aanneemt, en bij zijne uitzetting het kristal met een knetterend geluid aan stukken

springen doet, wat men ontknappen, decrepiteeren noemt.

Kristalwater vinden wij niet slechts in kristallen welke op scheikundigen weg gemaakt zijn, maar ook in die van bijna alle steensoorten, dewijl die meestal op gelijke wijze uit oplossingen ontstaan zijn.

Ieder weet dat het water ook gassen oplossen kan, want iedereen spreekt van het koolzuurgehalte van selters-water, van lang op flesschen liggend bier enz. Daarbij kan het water van vele gassoorten meer dan zijne eigene ruimtemaat, *volumen*, opnemen. De wijze van verbinding van zulk eene gasoplossing in water is niet voldoende bekend, doch zij schijnt meer van mechanischen dan van scheikundigen aard te zijn, dewijl, hoe dun vloeibaarder eene vloeistof is, haar vermogen om gassen op te nemen des te grooter wordt.

Met dat vermogen van het water om gassen op te lossen, of minstens in zich op te nemen, begrijpt men van zelf dat al het water ook atmospherische lucht bevat; met uitzondering van dat hetwelk zwavelwaterstof en ijzer bezit. Dat luchtgehalte van het water kan 5 tot $5^1/_4$ procent van zijn volumen bedragen.

De belangrijkheid van vele gassoorten voor het organische leven bewijst het gewigt van deze eigenschap van het water. In het hoofdstuk „Het water in betrekking tot de voeding" zullen wij meer over dit punt zeggen.

TWEEDE HOOFDSTUK.

HET WATER ALS BESTANDDEEL VAN DEN DAMPKRING [1].

Tusschen twee zeeën. De zamenstelling der lucht overal gelijk. Veerkracht der lucht. Luchtdrukking. Bijmengselen van de lucht. Bronnen en eigenschappen van het koolzuur. Watergehalte van de lucht naar den warmtegraad verschillende. Hoogte der luchtzee. Luchtverhevelingen. Meteoren. Hydrometeoren. Luchtstroomen. Warmte. Bronnen der warmte. Wetenschappelijk begrip van de warmte. Vrije en gebondene of latente warmte. Verschillende meeningen over de warmte, of zij eene stof of een toestand der ligchamen is. Geboorteplaatsen der groote luchtstroomen. MAURY's verdiensten in de kennis daaraan. Waterverdamping, de drijfveer van den omloop in de luchtzee. De aequator een watergordel. Verdamping van water aldaar. Passaatwinden. Veelvuldige overkruising van de bovenste en benedenste luchtstroomen, Fig. 4. De luchtstroomen zijn de bewegende kracht bij de verdeeling van het atmospherische water. Meer waterige ontladingen op het noordelijke dan op het zuidelijke halfrond. Regenkaart, Fig. 5. Hygrometer. Hygroskoop. Hygrometers van DE SAUSSURE en DANIELL, Fig. 6, 7, 8. Daauw. Nevel. Rijp. Voorwaarden der daauwvorming. Ruig vriezen. Glad-ijs. Aanhangen van damp. Nevelzeeën. Drooge nevel. Haarrook. De wolken. Wolkvormen; vederwolken, hoopwolken, laagwolken en hare tusschenvormen. Hoogte der wolken. Grootte der wolken. Watergehalte. Snelheid. Weêrvoorspelling der wolken. Windboomen. De regen. Stofregen. Voorwaarden der regenvorming. Regenmeter, Fig. 9. Hoeveelheid regen. Afhankelijkheid van het vallen van regen van de luchtstroomen. De tropische regen. Sneeuw. Krot. Hagel. Afbeelding van sneeuwvlokken, Fig. 10. Waterhozen, Fig. 11, 12. Regenboog.

Uit de wolken
Welt de zegen,
Stroomt de regen.
SCHILLER.

De naam dampkring geeft van zelf reeds te kennen dat waterdamp bestendig het luchthulsel vergezelt dat de aardbol omgeeft,

---

[1] In den laatsten tijd wordt door wetenschappelijke mannen het grieksche woord „atmospheer", en zelfs het daarvoor gangbare „dampkring", veelal door het woord „luchtzee" vervangen; wij zullen ook in dit werk nu en dan van dat woord gebruik maken.

en een weinig nadenken leert ons dat het waterdampgehalte van de luchtzee bijna even onontbeerlijk voor het organische leven is als haar gehalte aan zuurstof. Een land waarop de hemel noch regen, noch daauw nederdruppelen liet, zou een graf zijn voor alles wat leeft.

Als wij bij eene volkomene windstilte op het dek van eene elegante Rijnboot stroomafwaarts stoomen, dan voelen wij eene sterke luchttrekking in onze kleederen, en wij zouden gemakkelijk gelooven kunnen dat de wind, sedert wij afgevaren zijn, opgestoken is, als wij het niet anders gewaar werden aan den slap en bewegingloos van den top van den mast afhangenden wimpel van het vrachtschip dat, aan eene lange lijn, langs den oever stroomopwaarts getrokken wordt; terwijl het toch met den wind, die ons hindert, zou kunnen zeilen, als deze namelijk iets meer dan een lastige hersenschim was.

Dat het der aarde, welke toch nog veel sneller, in dubbelen omloop om hare as en om de zon wentelt, niet even zoo gaat als onze stoomboot, dat belet, gelijk iedereen weet, het dampomhulsel hetwelk haar omringt, en dat vast aan de oppervlakte der aarde gebonden, met den aardbol ronddraait. De aardbol vliegt niet naakt en bloot door den ijzigen ether, maar omhuld met den doorzigtigen en toch digten sluijer van de luchtzee. Wij leven tusschen twee zeeën: op den bodem van de luchtzee, en aan de oppervlakte van de waterzee.

Dit is, wel is waar, voor geen enkelen onzer lezers iets nieuws, maar het is goed dat wij onze stelling als aardbewoners goed begrijpen, en dat wij ons het alledaagsche (want ook het grootste kan alledaagsch worden) nu en dan eens in den letterlijken zin herinneren. Het is iets alledaagsch als wij op een' hoogen toren een veertje van den in het klokkeraam nestelenden nachtuil rustig op den rand der borstwering zien liggen, en toch is het wel waard er eens aan te denken dat het veertje, in die ligging, in elke minuut eene reis in de lucht van omstreeks 217 mijlen maakt, zonder weggewaaid te worden. De adem uit een kindermondje kan dat doen, maar de vliegende omdraaijingen der aarde rondom de as en rondom de zon kunnen dat niet!

Dat niettegenstaande de omwenteling om de as toch alle ligchamen op de oppervlakte der aarde vast gehouden, en vallende ligchamen naar haar heen getrokken worden, schrijft men, gelijk bekend is, met NEWTON toe aan de zwaartekracht, gravitatie, van de aarde. Die zelfde kracht moet het zijn waardoor de dampkring aan de oppervlakte der aarde vastgehouden wordt. De aantrekkingskracht neemt toe hoe meer een vallend ligchaam tot de oppervlakte der aarde nadert, en daardoor wordt de snelheid van den val des te grooter, hoe digter bij de aarde; en omgekeerd is de aantrekkingskracht der aarde des te zwakker op een ligchaam, hoe hooger het zich boven hare oppervlakte bevindt.

De lucht, gelijk wij nevens andere gassoorten de massa van de luchtzee plegen te noemen, bestaat uit een mengsel van iets minder dan 21 deelen zuurstof en iets meer dan 79 deelen stikstof (naauwkeuriger 20,81 en 79,19). Die verhouding blijft altijd en overal gelijk. Als wij dus over de verstikkende lucht in eene met menschen overvolle zaal klagen, dan wordt ons ligchamelijk onwelzijn niet daardoor veroorzaakt dat de vele longen, door het verbruik van zuurstof, de verhouding tusschen de bestanddeelen der lucht gestoord hebben, maar door het inbrengen van andere dingen, namelijk van gassoorten, die niet ter inademing dienen kunnen. Slechts boven de zee bevat de lucht een weinig minder zuurstof dan elders.

Wij weten dat de lucht, ofschoon dat op het gezigt zoo niet schijnt, even goed een ligchaam is als een steen. Als zij met vreesselijk geweld als orkaan daarheen zweeft, dan weêrstaan haar slechts de grondslagen der bergen en de reuzengewrochten der menschen. En toch is de zamenhang harer kleinste deeltjes zoo los, dat zij slechts een veerkrachtig vloeibaar of gasvormig ligchaam is, welks aanwezigheid wij bij onze bewegingen, niettegenstaande wij geheel door haar zijn ingesloten, meestal in 't geheel niet bespeuren. Wij hebben die voor ons zoo wenschelijke eigenschap der lucht aan hare oneindige uitzetbaarheid en veerkracht te danken; ten gevolge van de laatstgenoemde laat zij zich ook in hooge mate zamendrukken. In het klein bewijst

ons dit het windroer, in het groot toont ons dit de orkaan, welke slechts daardoor ontstaan kan dat hoogere luchtlagen, die door plotselinge afkoeling verdigt en daardoor zwaarder geworden zijn, met geweld naar beneden storten.

Ofschoon de uitzetbaarheid der lucht, nevens de reeds gemelde afneming van de aantrekkingskracht der aarde in hoogere luchtlagen, ten gevolge heeft dat de atmospheer in de hoogte altijd minder digt en alzoo ook altijd minder zwaar is, zoo drukken de bovenste luchtlagen toch steeds *zóó* op de lageren dat, hoe hooger wij de drukking der lucht meten, zij des te geringer, en hoe nader aan de aarde zij des te grooter bevonden wordt. Wij weten dat de lucht op elke vierkante duim van de oppervlakte van een ligchaam met een gewigt van 15 pond drukt (op ons ligchaam dus met een gewigt van omstreeks 20,000 pond) en dat wij de luchtdrukking door den barometer wegen kunnen [1]. Men moet zich dit *zóó* voorstellen als of er van elke mogelijke oppervlakte op de aarde eene luchtkolom tot aan de grens der atmospheer omhoog rijst, eene kolom waarvan de aarde dus de grondvlakte is, en welke als een zamenhangend ligchaam met haar gewigt op de laatste drukt. Hoe korter die luchtkolom is, dat is hoe hooger een punt zich boven den waterspiegel der zee bevindt, des te geringer moet dus de luchtdrukking op dat punt zijn.

Het volgende lijstje geeft van duim tot duim de luchtdrukking aan op het kwikzilver van den barometer, op 15 punten der aarde, en tevens de hoogte van die punten boven den waterspiegel.

De barometer staat:

28	par. duim	op den waterspiegel der zee, dus . . .	0	vt.
27	〃 〃	in de stad Annaberg, ...	890	〃
26	〃 〃	in de stad Marienberg, ...	1820	〃
25	〃 〃	op den Ochsenkopf, in het Ertzgebergte,	2790	〃
24	〃 〃	op den Bloksberg, ...	3790	〃
23	〃 〃	op de Schneekoppe, ...	4840	〃

[1] Weerglas is geene vertaling van barometer, maar slechts eene benaming die eene zeer onzekere hoedanigheid van dit werktuig aanduidt. Woordelijk overgezet, beteekent barometer, wat hij ook bij uitstek is: zwaarte- of gewigtsmeter. Hij is als 't ware eene schaal om lucht te wegen.

22	par.	duim	op den Grimsel, ...	5930 vt.
21	"	"	in Mexiko, ...	7070 "
20	"	"	in het klooster St. Bernard, ...	8270 "
19	"	"	op den Watzmann, ...	9530 "
18	"	"	op den Etna, ...	10860 "
17	"	"	op de Jungfrau, ...	12270 "
16	"	"	op den Finsteraarhorn, ...	13760 "
15	"	"	op den Montblanc, ...	15350 "
14	"	"	op den Ararat, ...	17050 "

Uit deze lijst blijkt dat het toenemen in hoogte boven den waterspiegel niet in verhouding staat tot het afnemen van de luchtdrukking; want om 1 duim luchtdrukking minder te hebben behoeven wij slechts 890 voet te stijgen, om 2 duim minder niet nog eenmaal zoo veel, maar 930 voet, om 3 duim 970 voet enz. Dit is een uitwerksel van het in de hoogte steeds dunner en ligter worden der lucht.

Daar de warmte de lucht uitzet en dus ligter maakt, zoo geeft de barometer natuurlijk de hoogte van eenen berg verschillend aan, wanneer men de meting bij warm of bij koud weder doet, want voor elken graad van den thermometer van Réaumur zet zich de kwikzilverkolom van den barometer $^1/_{6937}$ van hare lengte uit. Om overeenstemming in die barometermetingen te brengen, heeft men reductietafels ontworpen, op welke elke gevonden barometerstand, van elke hoogte, op 0° R. berekend is. Ook de 15 bovengemelde opgaven zijn aldus berekend.

Het verschil in de zwaarte van de lucht en dus van de luchtdrukking, hangt gedeeltelijk ook nog van de vele bijmengselen af, welke zich in ongelijke en afwisselende hoeveelheden daarin bevinden, ofschoon die bijmengselen slechts tot de benedenste lagen der luchtzee bepaald zijn. Zij bestaan voornamelijk uit gasvormige stoffen, ofschoon ook druipend vloeibaar water in de fijnste verdeeling, en kleine hoeveelheden stofachtige ligchamen daarin ronddrijven. Behalve van twee is de hoeveelheid van die met de lucht vermengde stoffen meestal zoo gering, dat zij niet wel door haar gewigt, maar slechts door hare scheikundige werkingen daarin te bespeuren zijn.

Die beide belangrijkste bijmengsels zijn koolzuur en water. 10,000 maatdeelen lucht bevatten tusschen 3,3 en 5,3 maatdeelen koolzuur; boven groote watervlakten, welke het koolzuur uit de lucht opzuigen, heeft deze minder, en boven de volle zee bezit zij bijna in 't geheel geen koolzuur. Daarentegen is het koolzuurgehalte op groote hoogten naauwelijks minder dan aan de oppervlakte der aarde, hoewel het koolzuur zwaarder dan gewone lucht is en het zich daardoor (als het zich bij den grond ontwikkelt) als eene onzigtbare luchtlaag onder in den dampkring uitspreidt.

Het koolzuur ontstaat onophoudelijk in groote hoeveelheid op de aarde, voornamelijk door bemiddeling van de organische ligchamen. Bij de verbranding wordt de koolstof der brandstof door de zuurstof tot koolzuur geoxydeerd, hetwelk in de lucht ontwijkt. Ditzelfde geschiedt in rottende ligchamen. Voor de ingeademde dampkringslucht ademen menschen en dieren koolzuur uit. Bij die onophoudelijk vloeijende koolzuurbronnen moet men nog rekenen: vulkanische uitwasemingen, koolzuurhoudende bronnen, en zuiver koolzuur uitdampende spleten van vulkanische gronden, gelijk b. v. de bekende hondsgrot bij Napels.

Het is bekend dat koolzuur voor de ademhaling niet geschikt is, maar in de longen gebragt den dood veroorzaakt, terwijl het met dranken vermengd aan dezen eene verfrisschende eigenschap geeft. Misschien zou het koolzuur, door zich in de lucht te verzamelen, en wel ten gevolge van zijne zwaarte in de benedenste lagen, langzamerhand de ademhaling en aldus het leven van menschen en dieren onmogelijk maken. Maar het koolzuur wordt bijna even schielijk en onafgebroken weder uit de lucht verwijderd, als het er in verspreid wordt. Voor een deel geschiedt dit door den regen en andere waterige luchtverhevelingen, daar het regenwater, vooral dat van den regen die het eerst na eene langdurige droogte valt, altijd koolzuur bevat. Maar vooral geschiedt die wegvoering door het levensproces der planten, welke hare groote behoefte aan koolstof door het koolzuur vervullen dat zij gedurende den dag onafgebroken opzuigen, en daarvoor zuivere zuurstof uitwasemen; terwijl zij bij nacht, of zelfs door afwering

van het daglicht, zuurstof opzuigen en koolzuur uitwasemen.

Terwijl eenige waarnemingen schijnen te bewijzen dat in vroegere tijdperken der schepping de atmospheer rijker aan koolzuur geweest is dan thans, zoo schijnt tegenwoordig voortbrenging en verbruik, de eerste door de ademhaling der dieren, verbranding enz., het laatste door het plantenrijk, met elkander in evenwigt te staan, en het koolzuur dus een omloop te maken.

Minder gelijkmatig en bestendig als het koolzuurgehalte der lucht, is haar gehalte aan water; maar daarvoor is de massa van het in de lucht bevatte water meestal veel aanzienlijker. Reeds op het gevoel kunnen wij drooge en vochtige lucht van elkander onderscheiden. Op welke wijze en in welken vorm het water zich met de lucht vermengen kan, hebben wij bij de beschouwing van de eigenschappen van het water reeds leeren kennen. Wij herinneren ons dat de lucht bij hooge warmte meer waterdamp opnemen kan dan bij geringe; daardoor is zij in den zomer rijker aan water dan in den winter, bij dag rijker dan bij nacht, bij den aequator rijker dan aan de polen, in de dalen rijker dan op de toppen der bergen. Bij + 25° R. kan de lucht nagenoeg het dubbele van haar volumen waterdamp opnemen, maar bij 0° R. slechts 30 procent.

Over de hoogte van de luchtzee zijn vele gissingen gemaakt, maar de verschillende opgaven zijn zoo onzeker en laten zoo veel twijfel over, dat daaruit niet veel te besluiten valt. In den laatsten tijd wordt die hoogte door den eenen niet onder 7, en door den anderen niet boven 27, en dooreengenomen gewoonlijk op 10—12 geographische mijlen geschat.

Na deze korte opmerkingen over de luchtzee, als het tooneel der zoogenaamde luchtverhevelingen of meteoren, wenden wij ons nu tot diegenen van deze laatsten welke door het water verwekt worden, en daarom hydrometeoren, waterige luchtverhevelingen heeten. Daarbij zullen wij toch genoodzaakt zijn dikwijls ook op de overigen onze aandacht te vestigen, namelijk op de luchtstroomen en op de electrieke meteoren, welke veelal in een naauw verband met de waterige luchtverschijnselen staan.

Vooraf moeten wij echter op de warmte, als de kracht of liever als het middel waardoor de luchtstroomen in beweging komen, onze opmerkzaamheid vestigen.

De warmte, met hare praktische tegenstelling de koude, door hare betrekkelijke graden datgene vormende wat wij de temperatuur noemen, is ons als voorwerp der zinnelijke waarneming even zoo goed bekend als haar wezen ons nog duister is. Hare bronnen zijn de stralende zon of de vlam van het licht, de wrijving der ligchamen of de vermenging van zwavelzuur met water; of de bron ligt in ons eigen ligchaam, daar de zuurstof van de ingeademde lucht de koolstof van de bestanddeelen van ons ligchaam volkomen verbrandt, en de ligchaamswarmte opwekt. Gelijk de stralen van het licht door vaste en vloeibare doorzigtige ligchamen heendringen, zoo gaan ook de warmtestralen door vaste ondoorzigtige ligchamen heen; immers reeds in het dagelijksch verkeer spreekt men, zoo wel als in de wetenschap, van warmte-uitstraling. Gelijk overal het wezen van het leven beweging is, zoo berust ook de warmte op beweging. Een lichtend en een verwarmend ligchaam brengen beweging in de stoffe te weeg.

De wetenschap verbindt een ander denkbeeld dan het dagelijksch leven aan het woord warmte, want zij spreekt ook van de warmte van het ijs, en Berzelius meent dat de volstrekte grens der warmte op den honderddeeligen thermometer 273° onder het vriespunt ligt, terwijl men hittegraden tot 1600° boven het vriespunt nagespoord heeft. Het is bekend dat men in tegenstelling met de vrije, voelbare warmte van gebondene, latente, warmte spreekt, welke voor ons gevoelsvermogen niet waarneembaar is. Latent wil zeggen „verborgen" en is alzoo geene woordelijke overzetting van „gebonden". Deze laatste beteekenis komt van het denkbeeld dat de warmte eene stof is, die met het verwarmde ligchaam eene scheikundige verbinding aangegaan heeft. Wel is waar wordt de warmte tegenwoordig door de meeste geleerden niet meer voor eene stof gehouden, maar men heeft evenwel, in plaats van die scheikundige verklaring, nog geene andere kunnen geven, welke algemeen bevredigt, elken twijfel verbant, en tevens de warmte

niet als eene stof vooronderstelt. Als, in eene warme kamer, gestampt ijs in een glas volkomen smelt, dan teekent dat smeltwater, terstond na de volkomene smelting, nog 0° van den thermometer, en men zegt dan: het smeltwater heeft de warmte, die tot zijne herstelling uit den vasten toestand noodig was, gebonden, of deze is latent geworden, dat is: voor ons gevoel verdwenen.

Iets dergelijks is het vrijworden van de in het water latente warmte bij het bevriezen. Men beveiligt eene bloem in eenen kouden herfstnacht voor de vorst, als men er een pot met water naast zet, dat, als het bevriest, warmte vrij laat worden. Als wij 10 pond water van 0° en 1 pond waterdamp van 80° R. (zoo als die uit kokend water opstijgt) met elkander vermengen, dan krijgen wij 11 pond water van 34° R. Wanneer wij, daarentegen, in plaats van dat pond waterdamp van 80° hitte, een pond even heet water bij die 10 pond water van 0° doen, dan teekent het mengsel slechts 8°. Dit bewijst dat waterdamp veel meer warmte bindt dan water.

Zonder die eigenschap van den waterdamp zouden wij veel meer last hebben van de warmte der zon. Onze eigene uitwaseming verschaft ons koelte door het binden van warmte.

De verschillende ligchamen bezitten het vermogen om hunne warmte aan de omringende stoffen mede te deelen, om warmte te geleiden, in verschillenden graad. De metalen, en ook dezen in verschillende mate, geleiden de warmte het best, en worden daarom, in tegenstelling met andere ligchamen, warmteleiders genoemd. Haren, vederen, wol, de lucht, enz. geleiden de warmte slecht, en worden daarom niet-leiders der warmte geheeten. Dat ijzer een betere warmteleider is dan leem bewijzen de ijzeren en de van leem gebakkene kagchels, van welke de eerstgenoemden eene kamer schielijk verwarmen, maar zelve ook spoedig weder koud worden, dat is, al hunne warmte snel afgeven, terwijl de laatsten de warmte langzamer door het vertrek verspreiden, maar ook langer warm blijven.

Ofschoon het moeijelijke vraagstuk over de warmte slechts zijdelings met het onderwerp dat ons bezig houdt in betrekking staat,

kunnen wij toch niet nalaten hier op het groote verschil van gevoelen te bewijzen, dat er onder de beoefenaars der physiologie en die der physica over de warmte bestaat. De vijfde uitgave van het *Lehrbuch der Physik* van POUILLET MÜLLER, in 1856 in het licht gekomen, leidt de verschijnselen van de warmte, de electriciteit en het magnetismus af van stoffen, welke nog met den ouden naam van imponderabiliën, onweegbare stoffen, betiteld worden. Daar nu dat woord niet iets beteekenen zal waaraan men tot heden nog niet de eigenschap, die men zwaarte heet, gevonden heeft, maar iets waaraan die eigenschap volkomen ontbreekt, — want in het eerste geval zou die benaming niet te regtvaardigen zijn, daar men eene zoo wezenlijk kenmerkende benaming niet wel op eene tijdelijk gebrekkige waarneming toepassen mag, — zoo is eigenlijk eene onweegbare stof, dat is eene stof zonder zwaarte, in weêrspraak met zichzelve, dewijl de zwaarte eene der „acht algemeene eigenschappen" van elke stof is. Ook de ether die het wereldruim vervult en de drager of voerder der lichtverschijnselen is, wordt tot de imponderabiliën gerekend.

Hetzij nu de warmte eene stof is, of slechts een toestand der ligchamen die zich als warm doet kennen, met beide gevallen hebben de aanhangers van deze beide theoriën de verschijnselen der warmte getracht in overeenstemming te brengen. De aanhangers der stof-theorie zeggen: aangezien de scheikunde leert (zie blz. 24) dat de atomen der ligchamen in regelmatige groepen, zonder elkander aan te raken, gerangschikt zijn, zoo kan de warmtestof zich in dit ondenkbaar fijn netwerk van tusschenruimten bewegen, en MÜLLER zegt dat misschien elk atoom eene kleine warmteatmospheer rondom zich heeft. Die warmteatmospheer kan men zich dan gemakkelijk als door warmte uitgezet voorstellen, en zoo tevens verklaren waarom b. v. eene staaf staal van 10 voet lengte, tot op 80° R. verhit, ongeveer $^1/_6$ duim langer wordt, dat is, zich uitzet. Dan berust misschien het wezen der warmte eenvoudig op eene uitzetting der warmtestof. Daardoor zou bovendien de uitzettingskracht der warmte volkomen goed verklaard worden. Ook de gebondene warmte laat zich daarmede zeer wel in over-

eenstemming brengen, als men aanneemt dat de warmtestof met het ligchaam, dat latente warmte bezit, eene scheikundige verbinding aangegaan heeft, waarbij die warmtestof naar de bekende wet der scheikundige verbindingen (zie bladz. 27), hare eigenschap verloren moet hebben. Dezelfde hoeveelheid warmte die tot het ontdooijen van ijs, welks smeltwater dan op 0° R. staat, noodig is, kan eene gelijke hoeveelheid water tot een' hoogen graad verwarmen. Als wij de warmte voor eene stof houden, dan kan men dat verschijnsel gemakkelijk zóó verklaren door aan te nemen dat het water eene bepaalde hoeveelheid warmtestof tusschen zijne kleinste deeltjes bevat, welke bij het veranderen in ijs ontweken is. De verwarming vergoedt dat verlies, als het ijs smelt, en in tegendeel, het met dezelfde hoeveelheid warmte verhitte water bevat een overvloed van warmte.

De aanhangers van de niet-stof-theorie herinneren vooreerst aan de zoo groote verwantschap van de dikwijls uit eene en dezelfde bron ontspruitende licht- en warmteverschijnselen. Zij willen de laatsten evenzoo aan trillingen der stofdeeltjes toeschrijven, als tegenwoordig vrij eenstemmig het licht slechts aan trillingen der etherdeeltjes toegeschreven wordt, iets waarvoor men vrij goede bewijzen heeft. Zij beroepen zich op de stralende warmte, op het doordringen, het terugkaatsen, het buigen en het verdigten van de warmtestralen gelijk als van de lichtstralen, en op de vruchtelooze moeite om met de fijnste weegtoestellen verwarmde ligchamen zwaarder te vinden dan koude. Zij zeggen dat de warmtestralen, ten minste die van het zonnelicht, ten hoogste verwant zijn aan de lichtstralen, dat men zoowel een warmtespectrum als een lichtspectrum kent, enz. Den meesten steun vinden zij in de tegenspraak van de stof zonder zwaarte, terwijl hun de latente warmte het meest in den weg staat.

En toch is het in dat laatste opzigt niet te ontkennen dat eene verklaring van de latentwording der warmte, zonder eene warmtestof daarbij te halen, ten minste op geene grootere ongerijmdheden stuit dan eene stof zonder zwaarte is, welke immers, volgens de algemeen aangenomene wetten der natuurkunde, een ding is dat

niet wezen kan. De nieuwste werken van v. QUINTUS ICILIUS, VICTOR WEBER en anderen, die het wezen der warmtestraling in de trillingen der etherdeeltjes, en dat der warmteleiding in de trillingen der verwarmde ligchamen zoeken, gaan geheel uit van het denkbeeld dat er geene warmtestof is. Zij vinden daarbij, ten opzigte van de warmtestraling in zoo verre een' vasteren grondslag dan zij voorheen hadden, daarin dat men, en THOMSON het eerst, reeds van een wegen van het soortelijk gewigt van den ether spreekt, dien dus als eene stof aanneemt en uit de reeks der problematische imponderabiliën wischt, welke reeks, misschien in eenen niet meer ver af zijnden tijd, door de wetenschap geheel en al uitgewischt zal worden.

Als men de warmteverschijnselen zonder eene bijzondere warmtestof als eene beweging der stofdeeltjes opvat, dan kan men het latentworden der warmte, het gebonden worden der warmte, verklaren als men aanneemt, dat er in de trillende wisseling van de afstanden der atomen van elkander, eene mate van spanning ontstaat, die door warmtegeleiding of warmtestraling opgewekt wordt, en bij welker ophouding de warmte voortbrengende trillingen weder aanvangen. Onderzwaveligzure natron, dat onder den naam van antichloor tot bevestigen, fixeeren, van photographiën dient, heeft zijn smeltpunt op omstreeks 45° van den honderdgradigen thermometer. Laat men gesmolten antichloor tot op 0° R. verkoelen, waarbij het nog vloeibaar blijft, dan ontwikkelt het zijne smeltwarmte terstond weder als men er een nog niet gesmolten kristal van antichloor inwerpt. Het is duidelijk dat dit evenzoo goed verklaard kan worden daardoor, dat het er ingeworpen kristal een' plaatselijken invloed op de deeltjes van de aan hem gelijke stof uitoefent, als dat het op eene daarin verborgene en aan hem vreemde warmtestof inwerkt. Bij de zamenpersing van gassen ontwikkelt zich warmte. Ook hier kan men even gemakkelijk gelooven dat dit door de trillingen der atomen geschiedt, als door een daardoor verwekt te voorschijn komen van de warmtestof, die er in verborgen was.

Het gezond verstand en de kennis welke wij tot hiertoe van de

natuur hebben, zijn hier op zonderlinge wijze met elkander in tegenspraak. Het eerste kan zich niet voorstellen dat een ligchaam dat koud voor het gevoel is, zooals sneeuwwater van 0° R. verborgene warmte bezitten kan; terwijl de physica tot heden zonder die meening met de geheele leer der warmte geen raad weet.

Doch wij verlaten dit veld op hetwelk de natuurkundigen eene even groote scherpzinnigheid in het doen van waarnemingen, als een onvermoeid geduld om de fijnste proeven te doen, ten toon spreiden, en waarbij, in plaats van de oude gemakkelijke wijze om de wetten en krachten der natuur te vermeerderen, een streven om die te verminderen gekomen is. Beweging van de stof is het middenpunt, waarnaar zich alle stralen van het onbevooroordeeld onderzoek der natuur, van alle kanten steeds meer en meer heenrigten.

De luchtstroomen staan onder den naam van wind in een kwaad gerucht: onbestendig, veranderlijk, wuft als de wind, zijn bekende spreekwoorden. Volgens dat gevoelen zou men al ligtelijk meenen dat de wind geen voorwerp voor een wetenschappelijk onderzoek kon zijn. En toch heeft de wetenschap ook in het gebied van Eölus vaste wetten opgespoord, zoodat de bovengenoemde spreekwijzen als vrij ongerijmd beschouwd mogen worden.

Ingeval wij nu beproeven willen om die wetten te leeren kennen, dan moeten wij geenszins in ons eigen land blijven of op het kompas turen, want wij zullen hier slechts het vrij onregelmatige spel der winden over het land met zijne hindernissen van boomen, gebouwen enz. bespeuren. Maar wij moeten naar de geboorteplaatsen der winden, naar den aequator en de keerkringen heentrekken. Daar het vooral de luchtstroomen zijn die aan „het water als bestanddeel van den dampkring" de wet voorschrijven, zoo verdienen zij gewisselijk onze bijzondere belangstelling en opmerkzaamheid. Bovendien zullen wij tevens daarbij een' blik werpen op een gedeelte van de huishouding der natuur, op hetwelk, ook voor den weêrkundige van beroep, eerst in den laatsten tijd een helder licht geworpen is, en dat aan dengenen die tot heden aan dit gedeelte van de natuurkunde slechts eene geringe

belangstelling geschonken heeft, een zamenhang van oorzaken en gevolgen doet zien, welke hij hier bezwaarlijk had kunnen verwachten.

Het is de amerikaansche luitenant ter zee M. F. Maury die in zijne *Physical Geography of the Sea*, in de luchtstroomen, en ten gevolge daarvan in de luchtverschijnselen der geheele aarde, een stelsel aangewezen heeft, zoo volkomen als het vóór hem nog niet ontwikkeld is geworden.

Voor de lezers van dit werk zal het geene regtvaardiging behoeven als wij de eerste bladzijden der inleiding van het boek van Maury, welke ons verhalen hoe zijn uitmuntend werk ontstaan is, hier invoegen. Zijne groote kennis van de natuurkunde, gepaard met eene groote scherpzinnigheid om oorzaken en gevolgen met elkander te verbinden, putte uit oude, bestovene scheepsjournalen en logboeken eene kennis van de zee, die in het vervolg de grootste voordeelen aan de scheepvaart belooft, en voor een gedeelte nu reeds geeft.

De zoogenaamde logboeken, die onze lezers ten minste uit de zoo beminde zeeromans zullen kennen, bevatten dagelijksche naauwkeurige aanteekeningen van alle waarnemingen die aan den hemel, op de zee en op het schip zelf te doen zijn, en in eenige betrekking tot de scheepvaart staan.

Tot schets diene eene bladzijde uit zulk een scheepsjournaal.

. . . . REIS RONDOM DE AARDE, *van* . . . . *naar* . . . .

PLAATS.	TIJD.	DAGEN IN ZEE.	POSITIE OP DEN MIDDAG		AFWIJKING DER MAGNEETNAALD.	STROOM.			GEMIDDELDE STAND VAN DEN THERMOMETER R.	WIND, WEÊR, EN AANMERKINGEN.
			BREEDTE.	LENGTE.		RIGTING.	SNELHEID.	GETAL DER DAGEN		
Indische zee.	1824. Mei 24.	30	Z. 27,34	O. 45,05	W. 24,10 Az	N.	8,0 m.	1	+ 15°	Z. W. Hevige windvlagen omstreeks 3 u., kort daarna goed weder, doch te 7 u. stormachtig uit het Z. en regen; 's nachts Z.Z.O. tot 24 u. stiller. Veel zeewater over het dek.

Zulke logboeken waren de grondstoffen voor MAURY, uit welke hij, met een bewonderenswaardig geduld, de opgeteekende waarnemingen van duizende zeereizen bijeenverzamelde; door die bouwstoffen werd hij in staat gesteld „wind- en stroomkaarten" te teekenen „welke ten nutte des handels en van de scheepvaart uitgegeven werden." Wij voegen daarbij: ook ten nutte van de kennis aan de afwisselende rol, welke het water als bestanddeel van de luchtzee speelt. Doch hooren wij den heer MAURY zelven:

„Toen dus dat doel bekend geworden en er eene oproeping aan de zeelieden gedaan was, ging het aan het bestudeeren en doorwroeten van de oude, bestovene registers van alle zee-etablissementen uit ons land; oude logboeken en scheepsjournalen werden uit kisten, kasten en koffers bij elkander gezocht; want men begreep dat de waarnemingen over wind en weder, over de zee en hare stroomen, die daarin geboekt waren, de noodige bouwstoffen voor zulk eene onderneming zouden kunnen verschaffen.

„Als men op eene kaart de koersen van vele schepen, welke dezelfde reis op verschillende tijden, in verschillende jaren, en in elk jaargetijde maakten, en langs elken koers de winden en stroomen, welke zij dagelijks waarnamen, aanteekent, dan is het duidelijk dat de zeeman later, als hij die kaart raadpleegt, de uitkomst van die zamengevoegde ondervindingen van allen, welker koersen zoo gemerkt zijn, als een leidsman, of minstens als een ervaren raadsman, tot zijn nut kan gebruiken. — — Maar om die scheepskoersen op eene kaart aan te teekenen, moest men voor elken koers eene afzonderlijke lijn trekken, en al die lijnen op dezelfde kaart zouden, in zwart of blaauw, een niet te ontwarren net van lijnen geven. Bovendien zou er, al kon men al die koersen duidelijk van elkander onderscheiden, geene ruimte voor den naam van de maand overschieten, om den tijd van elke vaart aan te geven, veel minder nog voor eene opgave van de winden en stroomen, die dagelijks op elk schip waargenomen waren; de naam van het schip zou naauwelijks een plaatsje vinden."

„Men heeft daarom het besluit genomen om dat zintuig waardoor wij de meeste indrukken krijgen, te hulp te roe-

pen, en al die scheepskoersen, winden en stroomen, benevens hunne sterkte, opeenvolging en rigting — in één woord, om al die ondervindingen, al die kennis en wetenschap — voor het oog bevattelijk te maken, door behulp van kleuren en zekere teekens.

„Die daartoe uitgedachte teekens waren: de staart van eene komeet voor den wind, een pijl voor stroomen, arabische cijfers voor de temperatuur van de zee, romeinsche cijfers voor de afwijking der magneetnaald, doorloopende, afgebrokene en gestippelde lijnen voor de maand, en kleuren voor de vier jaargetijden.

„Door een' enkelen blik op de kaart kon nu de zeeman in een oogenblik gewaar worden uit welken hoek de wind, naar alle waarschijnlijkheid, in zekere maand voornamelijk waaijen zal; geene theoriën, geene gissingen of het zwakke schijnsel van de ondervinding van een enkel persoon, maar de felle stroom van licht en gloed dien de waarnemingen van alle zeevaarders voor hem verspreidden, waren nu zijne gidsen op den ongebaanden oceaan. — — Er is geen twijfel aan of zulk eene kaart moest bij verstandige zeelieden grooten bijval vinden, en zoo werd zij voor hen gereed gemaakt. Zij namen haar meê naar zee, beproefden haar, en bevonden met verrassing en blijdschap, dat door de hier aangebodene leeringen, de verste punten der aarde nader bij elkander gebragt werden, en dat men in sommige gevallen de reis vele dagen verkorten kon; b. v. de vaart van Londen naar den aequator 10 volle dagen. De overvaart naar Californië duurde voorheen dooreengenomen 183 dagen, maar met deze kaarten als wegwijzers hebben de zeevaarders dat middengetal belangrijk verminderd en het thans tot op 135 dagen teruggebragt.”

Opdat men zich een begrip ook van de finantieële belangrijkheid van de zeekaarten van MAURY moge vormen, zoo ontleenen wij uit die inleiding nog de opmerking, dat men de winst aan tijd en andere onkosten, voor de engelsche zeevaart alleen, op 10 millioen dollars jaarlijks schat.

Het hoofddoel van MAURY's reuzenarbeid was de kennis der stroomen en heerschende winden; maar bij het trachten om dat doel te bereiken vond hij nog iets anders, en wel dit, dat hij

bespeurde hoe zeer overeenstemmend, maar ook tevens hoe dwars en scheef, de zeevaarders tot heden naar dezelfde punten heen gestuurd hadden. Wij komen op dit belangwekkend gedeelte van MAURY's onderzoekingen terug in het hoofdstuk over „de zee," daar het ons hier slechts te doen was om de belangrijkheid der luchtstroomen te doen uitkomen; wij gaan nu over tot het water van de atmospheer en hare verschijnselen, met welke de winden in het naauwste verband staan.

Vooraf herinneren wij ons dat er door de verdamping van het water en de uitwaseming van levende organismen, voornamelijk van de planten, aanhoudend water in gas of dampvorm in de lucht stijgt, en dat daartoe de warmte grootelijks medewerkt.

De verdamping van het water, eene stille en aan onze gewaarwordingen meestal ontsnappende werking, ofschoon zij onafgebroken rondom ons plaats heeft, is de groote drijfveer van eenen omloop in de luchtzee, van welken de wezenlijke voorwaarden van de geheele huishouding der natuur afhangen.

Die omloop neemt zijnen aanvang bijna op alle punten rondom de geheele aarde, onder den aequator. Als wij eene aardglobe beschouwen dan zien wij dat de lijn van den aequator slechts over een klein gedeelte van het land heengaat: Zuid-Amerika en Afrika, waar beide zeer smal zijn, Borneo, Celebes, Sumatra, en nog eenige kleine eilanden; de heete aequator-zonnestralen vallen dus bijna overal op het zeewater en verwekken eene buitengewoon sterke verdamping. Stellen wij de breedte van den aardgordel tusschen de keerkringen, de tropische zone, op 700 geogr. mijlen, dien wij zoo even voor het grootste gedeelte als een watergordel leerden kennen, dan zal men inzien dat er hier eene ontzettende hoeveelheid water door de verdamping in de lucht opgeheven moet worden. MAURY wil, en sommigen meenen dat die schatting nog te klein is, dat er jaarlijks in dien gordel eene laag zeewater van 16 voet dikte verdampt. Die waterdamp, welke uit mikroskopisch kleine waterblaasjes bestaat, stijgt ten gevolge van zijne ligtheid regt naar boven en vormt den steeds bestaanden wolkengordel, die

over den aequator ligt. Van het noorden en zuiden gaan twee altijd aanhoudende luchtstroomen naar den aequator-gordel, waar eene onafgebrokene windstilte heerscht, met eene afwijking naar het oosten, en vormen dus een noordooste- en een zuidoostewind. Dit zijn de bekende passaatwinden, welker oostelijke afwijking van eenen regten hoek met den aequator een gevolg is van de omwenteling der aarde om hare as, en waardoor die beide luchtstroomen in zekere mate medegesleept worden.

Die in volle zee heerschende winden zijn reeds sedert langen tijd bij de zeelieden bekend geweest, en op de vaart naar Amerika werd er veel gebruik van gemaakt. De verklaring van het ontstaan dier passaatwinden schijnt niet moeijelijk. De heete luchtstroom, die onder den aequator met waterdamp bezwangerd opstijgt, verspreidt zich in de hoogte naar beide zijden, naar het noorden en het zuiden, en stroomt zoo verdeeld naar de beide polen af. Op dezen weg, die door de omwenteling der aarde om hare as eveneens eene afwijking ondergaan moet, koelt de lucht, hoe nader naar de polen, steeds meer en meer af, laat haren waterdamp onder weg als regen, sneeuw enz. vallen, en valt zelve, door afkoeling digter en zwaarder geworden, op de polen neder, om in den stroom der passaatwinden naar den aequator terug te keeren. Die passaatstroom wordt aan den aequator daardoor veroorzaakt dat er in de ledige ruimte, waaruit de verdunde, door de zonnestralen verhitte lucht opgestegen is, aanhoudend lucht van het noorden en zuiden intreedt, welker ledige ruimten van denzelfden kant af steeds weder door nakomende lucht aangevuld worden, en zoo gaat dit vervolgens tot aan de polen voort. Aan de polen valt nu die van den aequator gekomen luchtstroom, geheel afgekoeld en zwaarder geworden, naar beneden, en gaat in de zoo even gemelde rigting als benedenste (oppervlakkige) luchtstroom naar den aequator terug. Er moet dus, zoowel op het noordelijke als op het zuidelijke halfrond, een bovenste luchtstroom zijn die van den aequator naar de polen trekt, en een benedenste die van de polen naar den aequator gerigt is.

Maar ten opzigte van dien boven- en benedenstroom gaat het

inderdaad in 't geheel niet zóó eenvoudig in het werk, want was dit zoo dan zouden wij — zonder de onregelmatige winden boven het vaste land te rekenen — op het noordelijke halfrond slechts noord-oost-passaten, en op het zuidelijke niets anders dan zuid-oost-passaten hebben, wat, gelijk bekend is, geenszins het geval is.

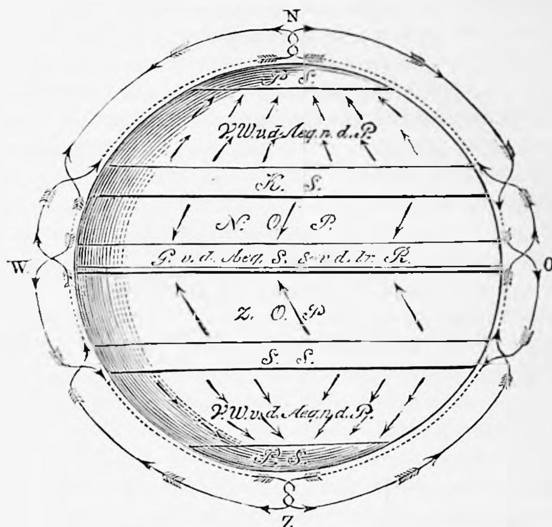
De waarnemingen van den laatsten tijd hebben geleerd dat van die beschrevene luchtstroomen, welke tusschen den aequator en elke pool waaijen, de bovensten en de benedensten elkander in de keerkringen overkruisen, dat is dat de bovenste, van den aequator naar de pool stroomende, bij den keerkring naar beneden daalt en een onderste wordt, terwijl de van de pool komende een bovenste is tot aan den keerkring, maar van daar tot aan den aequator een onderste, de passaat, wordt.

Als wij ons nu herinneren dat die bij den aequator opstijgende verwarmde lucht aan weêrskanten naar de polen afvloeit, dan spreekt het van zelf dat er aan beide polen eveneens windstilten bestaan moeten, daar de luchtstroomen, die met gelijke kracht van alle kanten, als stralen naar een middenpunt, aan de pool bijeenkomen, elkander vernietigen moeten, gelijk twee even zware kogels die met eene gelijke snelheid tegen elkander aanrollen, bij het zamenstooten stil moeten blijven liggen.

Onze figuur 4 zal ons nu, volgens het zoo even medegedeelde, den omloop van de lucht rondom de aarde duidelijk maken.

Ten noorden van de dubbele lijn, welke den aequator beteekent, vinden wij (en dus niet naauwkeurig op den aequator liggende) den gordel van de aequatoriaal-windstilte en van den tropischen regen. Door K. S., S. S. en P. S. zijn de beide keerkringswindstilten en de beide poolwindstilten uitgedrukt. Aan den aequator stijgen de twee benedenste of oppervlakkige luchtstroomen, die van de beide keerkringen komen, opwaarts terwijl zij elkander kruisen, en vloeijen, als zoogenaamde bovenste passaten, naar het noorden en zuiden af. Bij de keerkringen ontmoeten zij de eveneens bovenste luchtstroomen, die van de polen opkomen, met welke zij zich kruisen, om nu als oppervlakkige winden naar de polen af te vloeijen, waar zij elkander weder kruisen en van de polen af,

Fig. 4.



Schema van de luchtstroomen aan de oppervlakte der aarde, volgens MAURY.

P. S. Poolwindstilte. — V. W. v. d. Ae. n. d. P. Veranderlijke windrigting van den aequator naar de pool. — K. S. Kreeftswindstilte. — N. O. P. Noordoost passaat. — G. v. d. Ae. S. & v. d. tr. R. Gordel van de aequatoriaalwindstilte en van den tropischen regen. — Z. O. P. Zuid-oost passaat. — S. S. Steenbokswindstilte.

naar oost en west, heengaan. De pijlen der figuur beteekenen de rigting der luchtstroomen, van welke de benedenste (oppervlakkige) stroomen door eene gestippelde, en de bovensten door eene onafgebrokene lijn aangewezen zijn. De bovenste en benedenste stroomen kruisen elkander dus vijfmaal, eenmaal aan den aequator, tweemaal aan de keerkringen, en tweemaal aan de polen.

Men is evenwel nog nooit, zelfs niet bij het bestijgen van de hoogste bergen die nabij den aequator liggen, in dien naar de polen stroomenden, bovensten passaatwind geweest: voor de aan-

wezigheid van dien stroom ontbreekt ons dus een dadelijk bewijs. Doch wij hebben er twee middellijke maar onwederlegbare bewijzen voor. Deze zijn te vinden in twee vreesselijke uitbarstingen, de eene van den kleinen vulkaan Cosiguina, in Midden-Amerika, de andere in die van den Morne Garou, op het westindische eiland St. Vincent. Uit beide vulkanen vloog de asch, op eene ontzettende hoogte, tegen den beneden-passaatwind in, verre weg; uit den eersten zelfs tot naar het 200 mijlen verwijderde eiland Jamaika. Beide gevallen bewijzen tevens de vreesselijke kracht der uitbarsting, daar de asch, door den ondersten passaatwind heen, in den stroom van den bovensten moet opgestuwd geworden zijn.

De aardbol is alzoo bestendig omringd door twee parallel stroomende luchtlagen, eene bovenste en eene benedenste, welke echter op zekere plaatsen wisselende, uit ondersten bovenste en uit bovensten onderste worden.

Het zou ons te ver voeren om de oorzaken van die overkruisingen der luchtstroomen verder op te sporen, waarbij nog geenszins alles helder is, en waarbij Maury, zeker niet ongegrond, door het aardmagnetismus eene rol laat spelen. Wij vergenoegen ons met als feit aan te nemen dat de lucht in het algemeen dien omloop om den aardbol maakt. Als wij zeggen „in het algemeen" dan zonderen wij, wat van zelf spreekt, daarvan de onregelmatige landwinden uit, welker onregelmatigheid door oneffenheden van den grond, door digten plantengroei, door groote meren, door eene plotselinge of regelmatige verkoeling van bepaalde gedeelten der luchtzee, en door meer dergelijke oorzaken verwekt wordt.

Die luchtsomloop nu, welke als een dubbel net de aarde omringt, is de kracht door welke de waterdamp, die onophoudelijk in den dampkring opstijgt, over den aardbol verdeeld en verspreid wordt.

Herinnert men zich nu waar de meeste waterdamp op aarde gevormd wordt, en neemt men daarbij de windrigtingen, op onze figuur vermeld, in aanmerking, dan kan men het zich zonder veel moeite voorstellen van waar de regenvlagen komen en waar zij nedervallen moeten; immers de regen is niets anders dan die door afkoeling verdigte waterdamp.

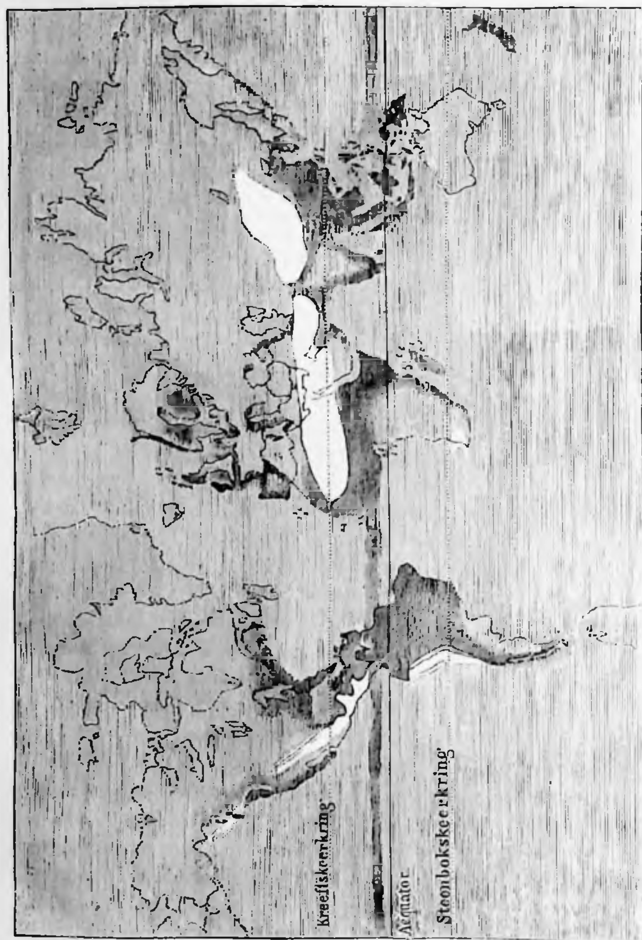
Als, volgens onze figuur, de noordooste en zuidooste passaten, zich kruisende, aan den aequator te zamen komen, en, daar zij elkanders kracht vernietigen, de windstilte van den aequator verwekken, dan moeten beide, op hunnen langen weg over de ontzettende watervlakte van den oceaan, sterk met waterdamp beladen geworden zijn. Hiervan ontlasten zij een gedeelte als tropische regen, daar de damp in de hoogte verdigt wordt. Die tropische, meestal bij eene volkomene windstilte vallende regen is dikwijls zoo geweldig dat de zeelieden zoet water van de zee afscheppen kunnen, daar dit, ligter zijnde, eenigen tijd boven drijft voor dat het zich met het zeewater vermengt. De eene helft van den overblijvenden waterdamp, dat is van dien welke niet als tropische regen nedervalt, wordt den landen van het noordelijke halfrond toegevoerd, als bron van de groote rivieren der aarde, welke alle, behalve de La Platastroom, gelijk bekend is, op dat halfrond liggen. De andere helft gaat naar het zuidelijke halfrond, waar veel minder vast land en daarom reeds eene voorwaarde tot het ontstaan van groote rivieren minder is.

Dit alles behoeft ons niet te bevreemden. Immers, daar zich de van regen zwangere passaten onder de linie kruisen, de zuidelijken naar het noordelijke halfrond en de noordelijken naar het zuidelijke halfrond overstroomen, zoo moeten de passaatwinden, welke over de onmeetbare watervlakten van het zuiden komen (als bovenste luchtstroomen), veel meer regen naar ons overbrengen, dan de winden, van ons aan water veel armer halfrond afkomende, naar het zuidelijke halfrond overvoeren kunnen. En waarlijk, alle waarnemingen stemmen daarin overeen dat er ten zuiden van den steenbokskeerkring veel minder regen en sneeuw valt dan in de daarmede overeenkomstige noordelijke zone.

Johnston zegt dat de jaarlijks vallende hoeveelheid regen op het noordelijke halfrond 37 duim, en op het zuidelijke slechts 26 duim is; dat is, als alle in een jaar vallende regen staan bleef dan zou de aarde rondom, ten noorden van den aequator 37 duim, en ten zuiden 26 duim hoog met regenwater overdekt worden.

Nevenstaande regenkaart, figuur 5, geeft ons een denkbeeld van

Fig. 5.



de verdeeling der atmospherische waterontladingen (regen, sneeuw, hagel, daauw, rijp) over de geheele aarde. Hoe donkerder de deelen der aarde op dat kaartje voorgesteld zijn, des te grooter is de hoeveelheid welke te dier plaatse valt; de geheel wit gelatene plaatsen beteekenen streken geheel zonder regen. De lange regenlooze landstreek aan de westkust van Zuid-Amerika geeft ons een voorbeeld van het verschijnsel dat bergketenen eene drooge en eene regenzijde hebben. Die landstreek is de kust van Chili en Peru, ten oosten van welke de Andes-keten loopt. De zuid-oostewinden die hier voornamelijk waaijen, laten al hunnen waterdamp, bij het overtrekken van de hooge Andestoppen verkoeld, op de oostelijke zijde der Andes vallen, en komen dan droog over op het gebied van Chili en Peru.

Na deze algemeene beschouwingen gaan wij over tot eene meer uitvoerige behandeling van de zoogenaamde waterige luchtverhevelingen of hydrometeoren.

In den ruimsten zin van het woord behoort tot die hydrometeoren ook het, in den vorm van gas of van damp, in den atmospheer verspreide water. Maar daar een dieper indringen in de verschillende toestanden van het water in die gedaante, welke voor onze zintuigen meestal niet te bespeuren is, naar het plan van dit boek te wetenschappelijk zou zijn, zoo bepalen wij ons hier slechts tot eenige mededeelingen over de verschillende werktuigen, die men uitgevonden heeft om den graad van de vochtigheid der lucht te meten.

Zulke werktuigen noemt men hygrometers, vochtigheidsmeters, of hygroskopen, vochtigheidsaanwijzers, al naar dat zij dienen moeten òf om de hoeveelheid waterdamp in de lucht aan te toonen, òf wel eeniglijk om te weten of de lucht meer of min, dan wel in 't geheel niet vochtig is. Daarom moet een hygrometer met eene inrigting gepaard gaan welke den graad van vochtigheid in getallen kan aangeven. Als hygroskoop dienen daarentegen verschillende dingen, blootelijk als een gevolg van de eigenschap der stof waaruit zij bestaan. Elke, in de kamer opgehangene guitar of viool wijst de veranderingen van de voch-

tigheid der lucht aan, door het slapper of stijver worden van de snaren, waardoor zij, gelijk bekend is, anders gestemd worden. Aan die hygroskopiciteit van snaren, van tromvellen, en ook van het hout der muzijkinstrumenten hebben wij het gruwelijke voorspel van een „stemmend" orkest te danken.

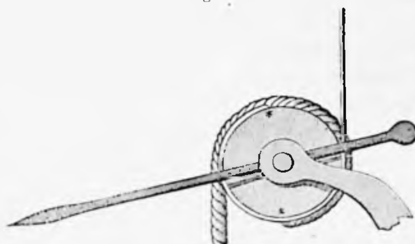
Het is zeer moeijelijk om een' goed werkenden hygrometer te vervaardigen, en er is bijna geene enkele sterk hygroskopische stof welke niet reeds daartoe gebruikt is geworden. Horace Benoit de Saussure, de uitvinder van vele der belangrijkste natuurkundige werktuigen, vond ook den lang voor den besten gehouden haarhygrometer uit. (Zie fig. 6). Bij *a* wordt een blond menschenhaar *c*, dat door uitkoken van alle vet en van zijne eigene vochtigheid beroofd is, door eene klem vastgehouden. Van onderen is het bevestigd aan eene rol *o*, terwijl het in eene groeve ligt, op gelijke wijze als het koord van een ophaalgordijn om de rol, zoodat die rol, door de verkorting of verlenging van het haar, omwentelen moet. Naast het haar ligt, in eene andere groef, een fijne draad zijde, maar in tegenovergestelde rigting een half maal om de rol geslagen, welke door het kleine gewigt *p* dat aan hem hangt, het haar steeds gespannen houdt. Dat gewigt moet dalen als het haar door de vochtigheid langer, en rijzen als het door uitdroogen korter wordt. Doch dit moet een zeer klein gewigt zijn, wijl zijne zwaarte door de verkorting van het haar overwonnen moet worden. Aan de spil van de rol is een wijzer bevestigd, die door het zich verkortende of verlengende haar in beweging gebragt wordt, en daardoor met zijne spits op de graadverdeeling van een' graadboog wijst en dus de vochtigheid der lucht in graden aangeeft. Figuur 7 vertoont de inrigting der rol nog duidelijker: de sterretjes beteekenen de plaatsen van aanhechting van het haar en van den zijden draad, die duidelijkheidshalve te dik geteekend is. De thermometer aan het toestelletje dient tot het

Fig. 6.



Hygrometer van de Saussure.

Fig. 7.

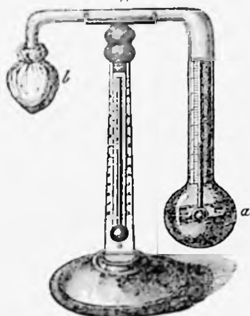


Bol van den hygrometer.

aangeven van de verhouding tusschen de warmte en de vochtigheid der lucht.

Zekerder evenwel is de hygrometer van DANIELL, welke niet op de hygroskopiciteit van de eene of andere stof berust, maar op het verschijnsel dat een ligchaam hetwelk in eene vochtige lucht verkoelt, beslaat of bedaauwt, zich met kleine waterdruppelen bedekt. Figuur 8 toont ons de inrigting van zulk een hygrometer. Op een houten voetstuk is eene glazen buis met twee naar beneden gebogene armen bevestigd. Beide armen eindigen elk in een' hollen bol, *a* en *b*, van glas, met zeer dunne wanden. De ruimte van binnen is luchtledig en de bol *a* half vol zwavelether. In de oppervlakte van den ether is de bol van een' kleinen thermometer gedompeld, die van binnen in de glazen buis bevestigd is. Aan den stijl van het toestel is een tweede thermometer gebragt, die volkomen gelijk wijst met den binnensten.

Fig. 8.



Hygrometer van DANIELL.

Om nu met dezen hygrometer waarnemingen te doen omwikkelt men den bol *b* met mousseline, en laat daarop ether, welke men er op druppelt, verdampen, waardoor koude verwekt wordt. In de luchtledige ruimte der buis en van de bollen moet steeds etherdamp aanwezig zijn. Door de koude, aan den bol *b* te weeg gebragt, zet zich die damp neder, waardoor de ether in den bol *a* nieuwen etherdamp afgeven kan in de ledig gewordene ruimte, en ook die nieuwe etherdamp zet zich eveneens neder. Ten gevolge daarvan wordt de bol *a* ook afgekoeld,

tot hij eindelijk zoo koud wordt dat hij van buiten met waterdamp beslagen wordt, waarbij de binnenste kleine thermometer de temperatuur, waarop dat geschiedt, aanwijst. Gevolgelijk toont die stand van den thermometer aan op welken warmtegraad de waterdamp van de lucht, die den bol van buiten omringt, zijne grootste digtheid heeft, zoodat hij niet meer een veerkrachtig, doorzigtig ligchaam blijven kan, maar zich van buiten op den bol *a* als wasem van water nederzetten moet. Hoe lager nu de kleine thermometer wijst vóór dat het uitwendige beslag volgt, des te geringer moet het vochtigheidsgehalte der lucht zijn. Deze thermometerstand heet het daauwpunt, wijl dit die warmtetoestand der lucht in het gegevene geval is, waarin zich de daauw, de fijnste waterige luchtverheveling, vormen moet. Om overigens het fijne daauwbeslag des te beter op den glazen bol *a* te kunnen zien is hij omgeven door een', omstreeks 2 lijn breeden, vergulden en gepolijsten band of ring, op welken het beslag gemakkelijker dan op het doorzigtige glas te zien is, omdat het gepolijste verguldsel door den geringsten daauw mat wordt. Op onze figuur is die verguldeu ring niet zigtbaar.

Komt er een daauwbeslag op den bol *a* bij 5° R. onder 0, dan is het gehalte aan vochtigheid der lucht 2, ontstaat het bij 0° R. dan is het 4, bij + 5° R. is het 6 enz. Het is gemakkelijk te begrijpen dat er regen te wachten is, dat is verdigting van den waterdamp der lucht, als het daauwpunt, dat door den kleinen thermometer van den hygrometer aangewezen wordt, en de temperatuur der uitwendige lucht zeer digt bij elkander zijn, want zoodra de laatste met het daauwpunt gelijk is dan moet er in de natuur in het groot geschieden, wat in het toestel in het klein gebeurt.

Deze anders zoo volkomene vochtigheidsmeter heeft het nadeel dat hij veel dure zwavelether verbruikt, terwijl anderen, in lateren tijd uitgevonden, te veel tijd en moeite in hunne aanwending vereischen.

1. DAAUW. NEVEL. RIJP.

Deze luchtverhevelingen, van welke de daauw de eerste schrede tot het ontstaan van regen, en de nevel eigenlijk slechts eene wolk is, hebben op het gemoed van vele menschen een' meerderen of minderen invloed. Wie gevoelt zich niet gedrukt als hij 's morgens een dikke, graauwe nevel over alles uitgespreid vindt en hij naauwelijks de straat waarin hij woont uitzien kan, en wien heeft het niet tot nadenken gestemd als hij van een landelijk uitstapje terugkeerende, op een' koelen zomeravond grijze daauwstrepen over de velden zweven zag, die als geesten voor hem weken, al voerde ook zijn pad hem er midden door heen. En toch nam hij in de vochtigheid zijner kleederen eene gedachtenis van haar mede naar huis, en de lokken zijner gezellin werden tot hygroskopen. Op het met daauw bedekte veld wordt, door het twijfelachtige licht der avondschemering ondersteund, onze phantasie opgewekt en dichterlijke mijmeringen doordringen, als een geestelijke daauw, onze gedachten. In den nevel stijgen die mijmeringen òf tot wilde phantasiën, als hij daar ginds in de vrije natuur der bergen over ons, om ons, en onder ons golft, òf hij stuit de vlugt van onze levendigheid als hij ons den horizont van ons dagelijksch bedrijf vernaauwt en verdonkert.

Maar hier hebben wij een onderscheid tusschen daauw en nevel gemaakt dat de weêrkunde niet aanneemt. Bij haar zijn toch die dunne, graauwe strepen over de weiden eerder nevel, en zij noemt slechts dat atmospherische water daauw, hetwelk eerst dan zigtbaar en druipend vloeibaar wordt, als het zich aan vaste voorwerpen nederzet, die op den aardbodem liggen of minstens slechts weinig daarboven verheven zijn. Dat het dagelijksche leven ook hier de uitdrukking „daauw, bedaauwd" bezigt, is bekend.

Men is somtijds genegen geweest om, bij het ontstaan van daauw, aan de oppervlakte der aarde eene onmiddellijke deelneming toe te kennen, ja zelfs heeft men den daauw voor een nedervallen van waterdampen, door de planten uitgewasemd, gehouden. De daauwdruppels, die vooral aan de toppen der grashalmen en andere deelen

van planten hangen, schijnen voor dat laatste gevoelen te pleiten. Maar al mag men ook aan de uitwasemingen der planten een aandeel aan de levering van het water, tot het vormen van daauw vereischt, toekennen, zoo is toch dat aan den grashalm hangende daauwdruppeltje geenszins onmiddellijk uit dat blaadje, even te voren, als waterdamp te voorschijn gekomen. Even zoo min is ook de daauw van een geheel veld als damp uit den grond opwaarts gestegen en terstond daarop weder als daauw op het land nedergedaald. Integendeel, het is niet meer twijfelachtig dat de daauw nedervallend water uit de luchtzee is, en zich van den regen slechts onderscheidt door dat hij uit mikroskopisch kleine blaasjes bestaat en deze blaasjes op eene geringere hoogte geboren zijn. Dat het daauwwater van de aarde afstammen moet spreekt van zelf, doch dit behoeft niet noodzakelijk van dezelfde plaats te zijn waarop de daauw nedervalt, dewijl hij door luchtstroomen aangevoerd kan geworden zijn. Evenwel schijnt dit slechts zeldzaam het geval te zijn, daar stil weder eene der voornaamste voorwaarden voor de daauwvorming is.

Het sterkste daauwen geschiedt in waterrijke oorden, vooral aan de zeekanten van warme landen, en slechts in geheel van water ontblootte binnenlanden ontbreekt het ten eenenmale. In vele zeer warme landen, b. v. aan de noord-oostelijke kust van Afrika, is de daauwvorming zoo rijkelijk dat het plantenrijk daardoor in den droogen tijd vochtigheid genoeg ontvangt en zelfs de kleederen van hen die bij nacht reizen geheel nat worden. In Engeland valt in het jaar 5 duim daauw.

Eene hoofdvoorwaarde der daauwvorming is een heldere, nachtelijke hemel en eene stille, onbewogene lucht, en dit wel in zoo hoogen graad dat de reeds begonnen daauwvorming ophoudt en de reeds nedergevallene daauw weder verdwijnt, zoodra de hemel bewolkt wordt en de wind opsteekt. Het daauwt bijzonder sterk als op een' treurigen, winderigen dag een heldere, windstille avond volgt.

Dat de daauw lijnregt van boven komt wordt ten duidelijkste daardoor bewezen dat een overdekt voorwerp 's morgens onbe-

daauwd gevonden wordt, terwijl een geheel gelijk voorwerp digt er naast, maar onbedekt gelegen, als dan geheel nat van den daauw is.

Het is een opmerkenswaardig verschijnsel dat niet alle ligchamen, of liever alle stoffen, even sterk door den daauw nat gemaakt worden. Bij het onderzoeken hiervan moeten wij er evenwel op letten of het minder bedaauwde ligchaam ook misschien minder daauw verkregen heeft, òf, als er evenveel daauw op gevallen is als op andere naastliggende ligchamen, of dat voorwerp ook den daauw, b. v. door opzuigen, weder heeft doen verdwijnen. Gepolijste metalen nemen veel minder daauw aan dan glas. Ook de mechanische toestand der ligchamen is hierbij van invloed; daar b. v. houtspanen sterker door den daauw bevochtigd worden dan een stuk hout.

Ofschoon het vallen van daauw meestal eerst na zonsondergang en zelden vroeger aanvangt, zoo gaat het toch gedurende den geheelen nacht met vrij gelijke sterkte voort, ja na middernacht schijnt het nog in sterkte toe te nemen. Men kan zich daarvan gemakkelijk overtuigen als men, op verschillende uren van denzelfden nacht, voorwerpen van gelijken aard buiten legt.

De daarop volgende voorwaarde der daauwvorming is, dat de luchtlagen die het digst bij de aarde, en met waterdamp bezwangerd zijn, (welke wij als geheel doorzigtig en veerkrachtig vloeibaar hebben leeren kennen), plotseling sterk verkoeld worden, waardoor de waterdamp dien zij bevatten tot kleine waterblaasjes verdigt wordt. Die verkoeling gaat van de aarde uit, welke na zonsondergang sneller dan de lucht hare warmte door uitstraling verliest. Die warmteuitstraling van den aardbodem houdt bij bewolkten hemel en bewogene lucht geheel op en daarmede vervalt ook tevens deze grondslag der daauwvorming. Dat er somtijds 's morgens zooveel daauw op eene weide ligt dat men er eene vrij belangrijke hoeveelheid water van verzamelen kan, terwijl de daarnaast liggende, vastgetredene weg slechts weinig bedaauwd is, komt grootendeels daardoor dat de tallooze grashalmen de oppervlakte der weide als 't ware duizendmaal vermenigvuldigen, en waarschijnlijk ook door dat de bladeren der planten eene grootere vatbaarheid

voor daauw hebben. Dat overigens het vallen van daauw ook in luchtlagen plaats heeft die vrij hoog boven den aardbodem liggen, bewijzen de bedaauwde daken van hooge huizen.

Gelijk wij naderhand bij de beschouwing van den regen de wolken als zijne geboorteplaats zullen zien, zoo hebben wij thans in den daauw een regen zonder die voorwaarden leeren kennen, terwijl wij nu in den rijp een hagel zien zullen zonder dat de wolken aan zijne vorming deelnemen.

De rijp is een naastbestaande van den daauw en gedeeltelijk met hem één, want het onderscheid tusschen beiden is slechts een uiterlijk verschil, namelijk de grootere koude der ligchamen waarop de rijp zich nederzet. Rijp is bevrozen daauw. Hij is tevens de zuiverste uitdrukking van de mathematische gedaante van het water, van het ijskristal, welks gedaante gewoonlijk een weinig gebrekkig schijnt, omdat meestal tallooze ijskristallen zich tot fraaije groepen vereenigen. Wij kennen allen dien prachtigen tooi van juweelen waarmede in den winter onze bladerlooze boomen uit den nevel te voorschijn treden, en waarmede zij bij nacht versierd zijn geworden. Tegen de wetenschap in, welke ook voor de rijpvorming een heldere, stille nacht verlangt, kan men, vooral in bergwouden, dikwijls waarnemen dat er een zoogenaamd ruigvriezen, zoo als men het verschijnen van dien diamanten pronk noemt, gedurende een' zeer digten nevel plaats heeft. Die nevel is als 't ware de oplossing waaruit de waterkristallen rondom de dunne takjes der planten gekristalliseerd zijn. Dat ruigvriezen schenkt dan, vooral aan de laag bij den grond groeijende plantenstengels, aan grashalmen, braambessenranken enz., borstelige of kamvormige stalaktieten die alle naar eenen kant heen gekeerd zijn, als waren zij onder den invloed van eenen luchtstroom in die rigting ontstaan. De schoonste rijpgroepen, als rosetten gerangschikt, ziet men somtijds op digtgevrozene vijvers en plassen.

Het gladijs, ook een bevrozene daauw geheeten, is toch veeltijds meer een bevrozene, zeer fijne stofregen, of ten minste een daauw welks waterblaasjes wij door het gezigt onderscheiden kunnen, wat anders bij den daauw geenzins het geval is. Het gladijs

wordt gevormd als eene betrekkelijk sterk verwarmde lucht haar watergehalte op zeer verkoelde ligchamen afzet. Aan den boomkweeker is het gladijs zeer bekend, want het zet zich somtijds als dikke, gladde, volkomen doorzigtige korsten, maar steeds aan één kant, naar den luchtstroom verschillend, aan de takken der boomen neder en verwekt door zijn gewigt een nederbuigen en afbreken der takken. Bij het vormen van gladijs komt het niet tot kristalschieten, misschien wel omdat het groote verschil in warmte tusschen de lucht en het koude ligchaam eene te sterke beweging verwekt, en wij weten dat rust voor het vormen van kristallen bevorderlijk is.

De nevel, dien men in het dagelijksche leven van de wolken onderscheidt, zonder dat hij echter iets anders is, verschaft ons hier een gepasten overgang om van de daauwvorming op de wolkvorming te komen.

Nevel, of wat hetzelfde is eene wolk, ontstaat als de temperatuur van eene met waterdamp beladene luchtlaag daalt, en zij daardoor genoodzaakt wordt dien damp, in de gedaante van buitengewoon kleine waterblaasjes, af te scheiden. Het is waar, die blaasjes blijven wel door hunne ligtheid nog in de lucht zweven, maar zij maken haar ondoorzigtig. Het onderscheid tusschen nevel en wolken is dus slechts een plaatselijk verschil. Nevel is eene op den grond rustende wolk, en eene wolk een in de hoogte gevormde, of naar boven gestegen nevel. Iedereen weet dat de nevel naar beneden daalt en als een middending tusschen daauw en regen nedervalt, of optrekt, en daarbij voor onze oogen tot steeds duidelijker wordende wolken overgaat. Bij dat overgaan tot den vorm van wolken oefenen de beweging, de warmte en misschien ook de electriciteit van de lucht, stellig een' grooten invloed uit.

Eene aanleiding tot de nevel- en dus ook tot de wolkenvorming is ook het met elkander vermengd worden van koude en warme luchtmassaas, waardoor de laatsten verkoeld en genoodzaakt worden haren waterdamp in zigtbare waterblaasjes af te schieden. Die oorzaak verwekt vooral kleine plaatselijke nevelvormingen. Het is b. v. bekend dat snelvlietende stroomen wasemen, even vóór dat zij digtvriezen. Dit geschiedt omdat de koudere en dus zwaardere

lucht van den oever op de watervlakte afvloeit, zich hier met den warmeren waterdamp van de oppervlakte van den vloed vermengt en hem zoodoende tot nevel verdigt. In dit geval plegen wij de damplaag, welke boven het water ligt, in eene golvende beweging te zien, terwijl zij, zoo het schijnt, volkomen bewegingloos is als de opstijgende waterdamp terstond in eene stilstaande koude luchtlaag geraakt. Zoo vertoonen zich vooral die graauwe nevelstrepen boven vochtige weiden, van welke men ten onregte zegt: „de daauw valt," want het is geen daauw die nedervalt, maar het is een opstijgende waterdamp, welke tot nevel verdigt wordt.

De nevel kan somtijds onder zulke bijzondere plaatselijke omstandigheden verschijnen, en zoo uitgestrekt en digt worden dat men van nevelzeeën spreken mag. In het tijdschrift *„die Natur"* spreekt een waarnemer over nevelzeeën in Zwitserland: „Dikwijls zweven er in de wintermaanden," zegt hij, „zulke digte nevels in het dal Liechtenstein, langs het Wallenstädter en Zurichermeer en verder den Limmat af, dat de zon weken aanéén niet te voorschijn komt. De koude klimt dan wel eens tot boven 12° R. naar de bekende gevolgen van vochtigheid met stilte der lucht gepaard. Alles is dik met rijp bedekt. De uitgeademde lucht zet zich aan haar en kleederen vast; de spits van den kerktoren verschuilt zich in die digte en koude atmospheer, en niet zelden ligt er bij dit alles sneeuw. De temperatuur is zóó dat iedereen haar tracht te ontloopen, en het kunstmatige klimaat in de kamer opzoekt. Maar hoe digter de nevel beneden te zamen gedrongen is, des te zekerder is het genot van een helder uitzigt, gepaard met warmen zonneschijn, op de naastgelegene ligt te beklimmen bergen. Dan is vooral de Uetli het doel der wandelaars, en honderden klimmen op zondag naar zijne kruin, wat in anderhalf uur te doen is. Op ongeveer 3200 voet boven de zee heeft men van dit punt een waarlijk treffend uitzigt. Om daartoe te geraken moest ik, als 't ware, in één uur alle temperaturen der vier jaargetijden doorleven, had ik beneden door de sneeuw gewaad, vond ik in het midden modderige wegen en halfdoorzigtige lucht,

en kwam ik eindelijk, na een uur van vermoeijend klimmen over rotsen en klippen, bij vlietende bronnen, op drooge paden zonder ijs of sneeuw, in eene helder blaauwe lucht en in warmen zonneschijn, waar aan het geboomte slechts den groenen bladerentooi ontbrak. Vóór de herberg zaten geheele familiën in de vrije lucht koffij te drinken, terwijl de kinderen spelende op den grond rondkropen. En daarbij het uitzigt in de onbegrensde verte, op de Berner, de Urner en de Glarner Alpen, ja tot aan Schwaben, als ware het in Junij! — Maar in de laagte golfde eene nevelzee, en als schimmen trokken de wolken, alsof de hemel onderste boven gekeerd was, langzaam langs den loop der wateren voort. Het waren golven en toch geen golven, het waren wolken, zwak verlicht en er als losse boomwol uitziende, en toch geen wolken. Hier en daar verdeelden zij zich, en de weerhaan van den een of anderen hooggelegen kerktoren, of een eenzame pijnboom, of eene grijze rots kwam als een eiland te voorschijn, en dat alles scherp afgeteekend tegen de wolken daar omlaag. Had ik voorheen op deze plaats op een' zonnigen dag weinig van het geraas der stad kunnen hooren, thans was dat omgekeerd; doffe stemmen, gemurmel en gegons, verwijderd klokkengelui, alsof het uit een grafgewelf kwam, dat alles klom tot mij op, en zou den onkundige in den waan brengen kunnen dat het in dien nevel spookte."

Ofschoon geenszins tot ons onderwerp behoorende, moeten wij toch hier nog even over den zoogenaamden droogen nevel spreken. Daartoe rekent men vooral den haarrook, ook veendamp, heidedamp of veenrook geheeten. Er valt tegenwoordig niet meer aan te twijfelen dat hij afkomstig is van de veenen die, in Westphalen, in brand gestoken worden om door de asch den grond te bemesten. Dit voor naastgelegene landen zoo onaangename gebruik heeft plaats over eene oppervlakte van 480 vierkante mijlen.

Dat eindelijk de nevelblaasjes niet druppeltjes maar wel holle blaasjes zijn, gelijk zeepbellen, is wel is waar door enkele blaasjes niet te bewijzen, omdat zij zoo buitengewoon klein zijn, maar

hun optische toestand en eenige andere verhoudingen laten daaromtrent naauwelijks den minsten twijfel over.

2. DE WOLKEN.

Niettegenstaande wij weten dat wolken veranderlijke dingen zijn, zoo houdt men toch veelal die scherpgeteekende en ligtgekleurde, als wollige massaas er uitziende vormen aan het blaauw des hemels, voor vastere ligchamen dan zij werkelijk zijn. Eene wolk is niet iets dat als ligchaam bestaat, maar slechts eene voortdurend gevormd wordende luchtverheveling.

Op de bergen kan men zich van die waarheid ligtelijk overtuigen. Van uit het dal ziet men dikwijls de kruin der Alpen door wolken omhuld, van welker aanwezigheid hij niets gewaar wordt die zich, juist in dat oogenblik, naauwkeurig op dezelfde hoogte als de wolk op den berg bevindt. Hij ziet niets anders rondom zich dan den gewoonlijk dunnen nevel, welks omtrekken niets minder dan scherp geteekend, maar dikwijls zelfs vlak voor zijne oogen onophoudelijk vervloeijen, en in elkander overgaan. Waar anderen van uit het dal bepaalde wolken zien, daar ziet hij rondom zich het tooverachtige schouwspel van natuurlijke „nevelbeelden.” Die het eenmaal gezien heeft vergeet het nimmer weder. Omstreeks 8000 voet hoog, aan den voet van de kruin van den Sidelhorn, boven den Grimselpas, staande, smaakte ik dat genot voor den bezoeker der Alpen weggelegd. Nu eens was ik in een' ondoordringbaren nevel gehuld, zoodat ik mijne gidsen, die slechts 10 schreden van mij verwijderd waren, slechts als graauwe schaduwen zag, dan weder liet links eene plotselinge plaatselijke verdunning van den nevel de witte pyramide van den 11,000 voet hoogen Galenstock doorschemeren, die al duidelijker en helderder werd, tot zij in het schitterende morgenlicht voor mij stond, om terstond daarna even statig weder te verdwijnen. Het donkere blaauw des hemels boven mij wisselde onophoudelijk af in diepte van toon, al naar dat het door spleten in den nevel heen zich zuiver vertoonde, of wel, door nevelmassaas van verschillende

Pl. I


Lith. v. Emrik & Binger, Haarl.

Verschillende vormen van wolken.

digtheid bedekt, zich als in verschillende schakeringen van blaauw voordeed. Zeer dikwijls zijn er, vooral in wijde rotsgroeven, zoo als b. v. in het Oberhaslidal tot aan den Grimsel, zulke nevelvormingen van zeer geringe uitgebreidheid, en er zweven daar, nu eens boven en dan weêr beneden den afgebrokkelden rotswand, losse nevelwolken als een sluijer die op vele plaatsen verscheurd en zamen gefrommeld is. Hieruit mag men besluiten dat er zeer bepaalde plaatselijke voorwaarden tot de wolkenvorming zijn moeten.

Ook geven de Alpen een' goeden maatstaf aan de hand om de hoogte der wolken te meten. Boven het Vierwaldstädtermeer, dat aan de eene zijde met hemelhooge bergen omzoomd is, verheffen de nevels, welke uit het water opstijgen, zich tot eene belangrijke hoogte en vestigen zich dan, gedurende eenigen tijd, aan den bergwand op ongeveer twee derde van zijne hoogte, en werpen daar hunne diepe schaduwen op het gesteente. Hier behoeft men niet te twijfelen dat het opgestegen waternevels zijn, maar in de laagte gelden zij ongetwijfeld als wolken. Dit zelfde verschijnsel verraadt den zeeman dikwijls, reeds op grooten afstand, de kleine lage eilanden van den grooten oceaan, die veel later zigtbaar worden dan de wolken die er boven zweven.

De engelschman Luke Howard heeft getracht die zoo veranderlijke wolken tot drie hoofdvormen terug te brengen, tusschen welke hij vervolgens nog vier tusschen- of overgangsvormen aannam. Die verdeeling heeft algemeenen bijval gevonden en behoudt dien nog steeds, niettegenstaande hare onvermijdelijke gebrekkelijkheid.

De vederwolk, *cirrus*, vertoont zich als eene lange, dunne, meest een weinig gebogene streep, die veeltijds als gekorven schijnt, en door andere kleine strepen als een netwerk doortrokken wordt — bij zonsopgang en zonsondergang natuurlijk door den gloed der zon gekleurd. Nu eens verandert zij onafgebroken maar slechts langzaam van gedaante, dan weder staat zij uren aanéén onveranderlijk aan den hemel, en niet zelden ziet men verscheidene vederwolken bij elkander van zeer gelijke vormen, waaruit men tot parallel naast elkander loopende luchtstroomen besluiten mag.

De hoopwolk of stapelwolk, *cumulus*, vertoont zich het schoonst en duidelijkst in den zomer. Hare gedaante behoeven wij naauwelijks te beschrijven, het zijn die meestal schitterend witte, of stroogeele wolkenballen van den morgen- en avondhemel, welke zich zoo scherp tegen de lucht vertoonen, en of eenzaam voortzweven, of wel zich tot groote groepen verzamelen. In dit geval, als zij zich tevens aan den gezigteinder als op de aarde steunende vertoonen, vormen zij den overgang tot de volgende gedaante.

De laagwolk, *stratus*, begrenst meestal den horizont als een' meer of min regten band, en is, omdat zij minder door de zonnestralen doordrongen wordt, meestal graauw doch somtijds ook schitterend wit van kleur.

De vier overgangsvormen zijn de vederhoopwolk, *cirrocumulus*, de vederlaagwolk, *cirrostratus*, de hooplaagwolk, *cumulostratus*, en de regenwolk, *nimbus*.

Die namen drukken hare vormen volkomen goed uit. De vederhoopwolken zijn ons onder den naam van schaapswolken of schaapjes bekend. Eigenlijk zijn het kleine hoopwolken, welke tot losse groepen, dikwijls met bijzondere regelmatigheid en in grooten getale zoo gerangschikt zijn, zoodat somtijds de hemel er geheel door bedekt is.

Tot eene regenwolk wordt elke wolk als zij zich in regen oplost. Daarbij wordt de geheele hemel, vooral als de regenwolk in ons zenith, schedelpunt, en niet hoog staat, met eene grijze tint gekleurd, of wel, men kan nog eenigen tijd lang de afzonderlijke wolken, die tot eenen *nimbus* zamenvloeijen, onderscheiden. Meestal ontstaat de regenwolk uit de hooplaagwolk, waaruit blijkt dat deze wolk de meeste geneigdheid heeft om het water, waaruit zij bestaat, te laten vallen.

Op plaat I en II zien wij land en water afgebeeld met al die wolkvormen daar boven zwevende; doch om die afbeeldingen niet te ontsieren zijn de cijfers door vogels vervangen. Plaat I vertoont ons bij 1) en 3) de laagwolk en de vederwolk; 2) is eene groep van zoogenaamde schaapswolken, dat is vederhoopwolken; 4) is eene hoopwolk, welke zich van beneden in eene

Pl. II.



Lith. Emrik & Binger Haarl.

Verschillende vormen van wolken.

vederwolk oplost; en 5) is eene vederlaagwolk. Plaat II vertoont 1) de hoopwolk; 2) de hooplaagwolk, boven welke eenige kleine balvormige hoopwolkjes staan; en nog hooger eene die opgelost wordt. Onder in den hoek, naar regts, hebben de wolkmassaas zich tot 3) eene regenwolk opgelost.

De hoogte, waarop de wolken zich bevinden, verbeeldt men zich gewoonlijk grooter te zijn dan zij werkelijk is. In het warme jaargetijde staan zij veelal hooger dan in het koude, en in overeenstemming daarmede, bij ons, bij een' zuidewind hooger dan bij noordewind; even zoo staan zij in 't algemeen aan den aequator hooger dan meer naar de polen heen. De vederwolken verheffen zich het hoogst. v. Humboldt zag haar nog hoog boven den top van den Chimborazo. De sneeuw van de meer dan 25,000 voet hooge bergen van Tibet wijst op nog hooger staande wolken, uit welke de sneeuw op die bergkruinen gedaald moet zijn. Zeldzaam echter schijnen de wolken hooger dan eene geogr. mijl te stijgen. In Duitschland staan zij dikwijls niet hooger dan 1500 voet.

Die loodregte afstand moet echter niet met de horizontale verward worden, want in dezen zijn wolken, welke vlak boven ons schijnen te staan, dikwijls verder af dan men meent.

De grootte der wolken is, als zij zeer hoog staan en klein zijn, door hare schaduw, welke gelijk is aan hare grootte, gemakkelijk te zien.

Ook het watergehalte der wolken kunnen wij bij benadering berekenen. Zoo zegt b. v. Schübler dat eene wolk van 1000 voet lengte, 200 voet breedte, en 100 voet dikte, dus van 20,000,000 kubiekvoeten inhoud, 9036 pond water bevat. Die berekening steunt daarop dat eene + 2° R. warmte bezittende wolk, naar de wet der spanning, 3,47 gr. water bevat. Daar nu die wolk van den bovengemelden omvang eene vlakte van 200,000 vierkante voet bedekken, en haar regen dus eene even groote aardoppervlakte treffen zou, zoo moet zij, als hare 9036 pond water daarover verdeeld worden, voor elke vierkante voet land weinig meer dan één kubiek duim regenwater geven, dat een zeer onbeduidende regen zijn zou. Ingeval hare warmte, in plaats van

slechts + 2° R. eene van + 12° R. was, dan zou zij meer dan tweemaal zooveel waterdamp bevatten, en ook een' sterkeren regen opleveren. Vergelijken wij hiermede de groote hoeveelheid regen die soms bij een onweder nedervalt, dan kunnen wij eenigermate de groote uitzetting en den hoogen warmtegraad der onweêrswolken afmeten. De landregen, welke na een onweêr niet zelden valt, wordt hoogst waarschijnlijk uit nieuwen aanvoer van dampen door luchtstroomen geboren.

De snelheid der wolken is in het algemeen gelijk aan die van den luchtstroom waarin zij zweven. Zij is somtijds, vooral bij onweders, niet gering. Men kent gevallen dat onweêrswolken in één uur 10 mijl aflegden.

Overigens spreekt het van zelf dat al die verschillende toestanden der wolken nog geenszins met die zekerheid onderzocht zijn, welke het streven van de natuurkunde zijn moet, en wat de gedaante der wolken betreft, waarnemingen, gedurende slechts eene zomerweek gedaan, leeren dat men nooit gedaan zal krijgen met het aannemen van nieuwe tusschenvormen.

Vóór wij tot de beschouwing overgaan van de verschillende vormen waarin de wolken hare gaven over de aarde uitstorten, kunnen wij niet nalaten de opmerking te maken, dat wij ons genoegen, op het zien van een' fraai bewolkten hemel, daaraan toeschrijven dat wij zoo regt duidelijk gevoelen in welk een naauw verband de regenwolken staan tot onze eerste levensbehoeften. Men verheugt zich weldra niet meer over den helderen, blaauwen hemel, als er onder hem eene aarde ligt, die op zichzelf wel vruchtbaar maar door eene aanhoudende droogte magteloos is, en weken aanéén te vergeefs den bevruchtenden regen afwacht. Hij slechts beschouwt de dingen van een den mensch waardig standpunt, die niet slechts zonder morren, maar met uitbundige vreugde den regen begroet, die hem een landelijk uitstapje verijdelt, of misschien hem eene kleine schade doet lijden, maar die het verdorrende plantje bevochtigt, en de bange zorg der armoede in eene vrolijke hoop verandert.

Ofschoon de weêrkunde slechts ter zijde met ons onderwerp in

betrekking staat, en die wetenschap bovendien ook nog de kinderschoenen niet heeft afgelegd, zoo moeten wij toch nog met eenige woorden over de wolken als weêrprofeten spreken. De weêrboomen of windboomen staan in dit opzigt in een slecht gerucht. Men geeft dien naam aan vederwolken die als boomen getakt en dun zijn, maar dikwijls eene groote uitgebreidheid verkrijgen, en dan vooral voor windbrengers doorgaan. Vederwolken zijn voornamelijk ook dan vrij zekere voorboden van een naderend regenachtig weder, als zij beginnen gevormd te worden na langdurige droogte, want zij zijn het begin der wolkvorming, alzoo der beginnende verdigting van de atmospherische vochtigheid, welke ten laatste altijd met regen eindigen moet, als geen winden de wolken verjagen. Dikwijls echter lossen zulke vederwolken weder op, wat vooral dan het geval is als zij zeer hoog staan en scherpe omtrekken hebben. Doch eveneens zijn ook vederwolken voorboden van warm, droog weder, als namelijk de zware hoopwolken zich in vederwolken oplossen, als zij als 't ware verscheurd worden en splijten.

De hoopwolken toch, de naasten aan de regenwolk, zijn een voorteeken van aanhoudend droog weder als zij bij het toenemen van de warmte van den dag ontstaan, scherp afgeteekend zijn, eene witte kleur hebben, en volkomen weder oplossen, om na korten tijd in gebergten en boven bosschen weder te verschijnen. Als zij integendeel na den middag zich opstapelen en grooter worden, eene donkere kleur krijgen en van onderen lagen vormen, dan weten wij allen dat dit een voorteeken van regen en in den zomer tevens een voorteeken van onweder is. De vervulling van die voorteekens hangt echter, gelijk bekend is, volkomen van den wind af, die niet zelden alle verwachting bedriegt.

Immers, hoe snel zich voornamelijk in den onweêrstijd de wolken vormen, en hoe schielijk dikwijls ook onze onweêrsprofetiën bewaarheid worden, en wij van vermoeden tot zekerheid geraken — wie heeft dat niet honderde malen bij ondervinding?

Naar het morgen- en avondrood, die prachtige voorloopers van het komen en gaan der dagvorstin, rigten de weêrprofeten gaarne

hunne voorspellingen in. Zijn daarbij de als sluijers uitgespreide wolkenlagen dun en scherp geteekend, en glanzen zij in schitterend rood of oranje, dan beteekent het avondrood goed weder, terwijl het bij tegenovergestelde eigenschappen der wolken en als daarbij de zon door een' witten gloed omgeven is, op regenachtig weder wijst.

DE REGEN.

Tusschen den zoogenaamden stofregen en een nedervallenden nevel is veelal, als verschijnsel, slechts een gering verschil, terwijl er in de natuur der dingen tusschen beiden in het geheel geen onderscheid is. Ten hoogste zou men het verschil tusschen vallenden nevel en regen daarin stellen kunnen, dat men bij stofregen de afzonderlijke druppeltjes met de oogen onderscheiden kan, en dat de nevel waarschijnlijk meer uit blaasjes dan uit druppeltjes bestaat. Het is bekend dat de grootte der regendruppels zeer verschillend is. In het algemeen zijn zij grooter in het warme jaargetijde en in warme gedeelten der aarde, dan in den winter en digter bij de polen. Het grootst zijn wel de druppels van een' onweersregen.

Hoewel er bij den daauw en den nevel reeds iets gezegd is over de oorzaken van het vallen van den regen, zoo moeten wij toch hier een weinig vollediger daaromtrent handelen, daar wij gewoon zijn om den regen als den waren vorm van het nedervallende atmospherische water te beschouwen.

Die oorzaken dan zijn de drie volgende: 1) vermindering van de warmte der met waterdamp bezwangerde luchtlaag; 2) vermindering van de luchtruimte welke dien waterdamp opneemt; en 3) toevoer van te veel waterdamp naar eene luchtlaag die reeds met water verzadigd is.

De vermindering van de warmte kan door verschillende oorzaken ontstaan. De naaste oorzaak is de warmteuitstraling der wolken, naar de lucht of naar de aarde; of de warmte eener wolk wordt door koudere dampen, welke haar doordringen, verminderd; of daardoor, dat er uit hoogere wolken regen in haar valt, welks

verdampingskoude evenens verkoelend werken moet. In al die gevallen moet door vermindering van warmte het verdigten en vallen van den waterdamp verwekt worden, daar wij weten dat het vermogen der lucht, om water in dampvorm vast te houden, steeds in eene bepaalde verhouding tot hare warmte staat. Dat de wolken dikwijls eene hoogere temperatuur dan de omringende lucht en de oppervlakte der aarde hebben, bewijzen de veeltijds voorkomende gevallen dat de koude gewoonlijk afneemt als de hemel met wolken bedekt wordt.

De vermindering van de ruimte die den waterdamp opneemt moet daarom eene oorzaak van het nedervallen van atmospherisch water worden, wijl de lucht geen onbegrensd opnemingsvermogen, kapaciteit, heeft. Als door het vermeerderde gewigt van bovenliggende luchtlagen, eene lagere, vochtige luchtlaag zamengedrukt, en alzoo de ruimte verminderd wordt, dan wordt daardoor, als de temperatuur niet tevens verhoogd wordt, de verhouding tusschen ruimte en dampmassa verbroken, en de laatste moet druipend vloeibaar nedervallen.

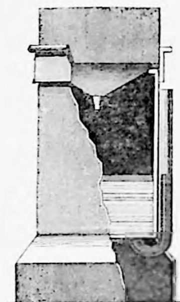
De vermeerdering van waterdamp in eene lucht welke daarmede reeds gevuld is, door toevoer van te veel, geschiedt of door den wind, of door het onophoudelijk opstijgen van waterdampen, waardoor eindelijk op zekere hoogte eene oververzadiging geboren, en dus eene atmospherische ontlading volgen moet.

Vóór dat wij verder over den regen spreken is het noodzakelijk om het middel te gedenken waardoor wij kennis krijgen van de hoeveelheid regen, die in een bepaald tijdsgewricht op eene bepaalde plaats valt. Het daarvoor gebruikt wordende werktuig noemt men regenmeter, hyetometer, ook ombrometer of udometer. Als de wind en de verdamping niet eenige zwarigheden opleverden dan zou een regenmeter het eenvoudigste werktuig der wereld zijn. Men heeft daartoe niets anders noodig dan het een of ander vat van metaal of glas. Men plaatst dat ongeveer 1 voet hoog van den grond op eene opene plaats, zoodat de regen zonder door den wind gehinderd te worden er invallen kan. Heeft dat vat nu een' geheel vlakken bodem en staat het volko-

men waterpas, zoodat het regenwater dat er in valt overal even hoog te staan komt, dan is het tot eene oppervlakkige meting van de hoeveelheid gevallen regen genoeg, dat men een fijn verdeelde duimstok loodregt er in plaatst, en daardoor de hoogte van het water gewaar wordt. Maar voor de wetenschap is dat meten veel te onnaauwkeurig, wijl eene geringe onnaauwkeurigheid in het nazien van de maat des te grooteren invloed heeft, hoe geringer na eenen regen de gevallene hoeveelheid water is; welke hoeveelheid, zelfs na een' regen die ons vrij belangrijk voorkwam, meestal slechts weinige lijnen bedraagt. De sterkste zomerregen geeft in het noorden van Duitschland, in 24 uren naauwelijks 1 duim water. Men bezigt dus een vat welks mond eene naauwkeurig gemetene wijdte heeft, en giet dan het regenwater, dat er in opgevangen is, in eene buis die met eenen maatstaf voorzien is, en welker wijdte het zoo of zooveelste gedeelte van de opening van het eerste vat uitmaakt. Door die bekende verhouding kan men de hoogte van den gevallen regen naauwkeuriger berekenen, omdat men daarbij slechts met eene kleine oppervlakte water te doen heeft. De ware aanleiding tot zulk eene omslagtige handelwijze, die bij vele regenmeters nog veel omslagtiger is, is deze, dat de waterstand in een zeer wijd vat, die mogelijk slechts $^1/_4$ duim bedraagt, moeijelijk juist te meten is, en eene fout van slechts $^1/_4$ lijn bij elke regenmeting reeds eene groote onnaauwkeurigheid verwekt, wijl zij zich na elken regen herhaalt. Hoe groot de invloed van zulke fouten worden kan, blijkt daaruit dat b. v. te Erfurt, de jaarlijksche hoeveelheid regen slechts $15^1/_2$ duim bedraagt. Als wij daarvoor slechts 50 regenbuijen jaarlijks aannemen, en dus 50 metingen doen moeten, dan is het na te gaan dat 50 fouten van $^1/_4$ lijn eene jaarlijksche vergissing van meer dan 2 duim, en dus een belangrijk gedeelte der geheele som uitmaken.

De regenmeter dien men gewoonlijk gebruikt is in figuur 9 afgebeeld. Hij bestaat uit een zuilvormig blikken vat, van hetwelk in de figuur een gedeelte van den voorwand weggenomen is, om het binnenste zigtbaar te maken. Men maakt het gewoonlijk bij eene onbepaalde hoogte 4—8 palm in het vierkant wijd,

Fig. 9.



Regenmeter.

want natuurlijk is ook de wijdte, waarin het water opgevangen wordt, volkomen onverschillig, daar het slechts op de hoeveelheid regen die er in valt, aankomt. Slechts moet, wat van zelf spreekt, de opvangende opening niet wijder of naauwer zijn dan de bodem, daar een te wijd vat in verhouding tot den bodem te veel, en een te naauw te weinig water opvangen moet. In den mond van het vat bevind zich een even wijde bak, welks trechtervormige bodem het regenwater in de onderste ruimte loopen laat. Uit den bodem gaat, opwaarts, eene glazen buis die van boven open is, en waarin het water noodzakelijk even hoog staan moet als in het inwendige van den regenmeter. Die buis is in duimen en lijnen verdeeld, zoodat men, van buiten, de hoogte van het water van binnen zien kan. Deze regenmeter is dus ingerigt om zoowel het verlies door verdamping, als om verontreiniging te voorkomen.

Slechts zeldzaam en op kleine vlakten zien wij de ware maat van den gevallen regen, en veel meer zien wij het regenwater in diepe plaatsen zamenvloeijen. Daardoor zijn wij ligtelijk genegen om den jaarlijks op zekere vlakte vallenden regen voor meer aan te zien dan hij werkelijk is. Op 128 dagen valt er $15\frac{1}{2}$ duim regen te Erfurt, zoodat er nog geen $\frac{1}{6}$ duim op elken dag valt.

De regenmeter voert ons op de maat van den overal vallenden regen. In dit opzigt hebben wij vroeger de algemeen daarvoor geldende regelen reeds leeren kennen. De volgende tafel [1] toont aan hoe de hoeveelheid regen van de polen naar den aequator steeds toeneemt:

Petersburg	op 59° 56′	N.Br.	17,0	par.	duim.
Upsala	〃 59° 51′	〃	14,5	〃	〃
Stokholm	〃 59° 20′	〃	17,2	〃	〃

[1] Volgens SCHUBLER. MÜLLER geeft iets verschillende, meestal grootere hoeveelheden op.

Kopenhagen	op	55° 41′	N.Br.	17,2	par.	duim.
Berlijn	〃	52° 31′	〃	19,6	〃	〃
Londen	〃	51° 31′	〃	19,7	〃	〃
Parijs	〃	48° 50′	〃	20,8	〃	〃
Genève	〃	46° 32′	〃	28,9	〃	〃
Triëst	〃	95° 38′	〃	32,0	〃	〃
Venetie	〃	45° 28′	〃	29,9	〃	〃
Viviers	〃	44° 29′	〃	33,9	〃	〃
Genua	〃	44° 23′	〃	51,7	〃	〃
Napels	〃	40° 50′	〃	35,0	〃	〃
Martinique	〃	14° 36′	〃	81,6	〃	〃
St. Domingo	〃	19°	〃	100,8	〃	〃
Grenada op de Antillen	〃	12°	〃	126,4	〃	〃
Op de keerkringen, gemiddeld				115,0	〃	〃

Herinneren wij ons, bij het doorzien van deze tafel, wat wij over de luchtstroomen als makers van het weder gezegd hebben, dan kunnen wij menige onregelmatigheid in de opklimming der cijfers verklaren. Genua, met meer dan 51 duim regen, steekt veel af bij Venetie, dat slechts ongeveer 1° noordelijker ligt, met bijna 30 duim regenwater. Dit komt omdat Genua aan de westkust van Italie ligt en uit de eerste hand de vochtigheid ontvangt van over de zee komende westewinden; Venetie daarentegen krijgt slechts het overschot dat de luchtstroomen op hunne reis over Italie overgehouden hebben. Nog scherper, doch even gemakkelijk te verklaren, is het verschil tusschen Upsala en Petersburg.

Dat die van de geographische breedte afhankelijke hoeveelheid regen door plaatselijke omstandigheden vele uitzonderingen ondergaat, vooral door de ligging boven de zee, bewatering, bosschen, enz. is ligt te begrijpen. Gewoonlijk krijgen vlakten, die eenige duizend voet hoog liggen en met boomen begroeid zijn, meer regenwater dan daarnaast liggende lagere vlakten.

Met inachtneming van zulke verhoudingen heeft Schübler drie klassen van plaatselijke toestanden in Duitschland en naastliggende

landen te zamen gesteld, met eene kleine, middelbare en groote hoeveelheid regen, van welke hier eenige voorbeelden volgen:

1. Oorden met eene kleine hoeveelheid regen.

Berlijn	52°31′	N. Br.,	101	voet	boven	de	zee	19,6	duim	regen.
Erfurt	50°58′	〃	585	〃	〃	〃	〃	15,6	〃	〃
Praag	50°5′	〃	764	〃	〃	〃	〃	15,4	〃	〃
Ofen	47°29′	〃	474	〃	〃	〃	〃	17,9	〃	〃

2. Oorden met eene middelbare hoeveelheid regen.

Göttingen	51°32′	N. Br.,	456	voet	boven	de	zee	24,9	duim	regen.
Breslau	51°6′	〃	311	〃	〃	〃	〃	23,9	〃	〃
Genève	46°12′	〃	1191	〃	〃	〃	〃	28,9	〃	〃

3. Oorden met eene groote hoeveelheid regen.

Dordrecht	51°47′	N. Br.,	——	vt.	bov.	de	zee	38,6	dm.	reg.
Freudenstadt in het Schwartzwald	48°27′	〃	2175	〃	〃	〃	〃	57,1	〃	〃
St. Bernard	45°32′	〃	7668	〃	〃	〃	〃	59,2	〃	〃

Evenzoo als al die opgaven zamengesteld zijn uit de uitkomsten van dikwijls herhaalde waarnemingen op dezelfde plaats gemaakt, zoo kan men ook uit die opgaven, met uitsluiting van de uitersten, de gemiddelde hoeveelheid regen voor geheel Duitschland, die 27 duim bedraagt, berekenen. Overigens is hierbij ook altijd dat atmospherische water mede gerekend hetwelk als sneeuw en hagel valt.

Hoe belangrijk de kennis dier opgaven voor de landhuishoudkunde is, valt spoedig in het oog, want het is geenszins onverschillig of eene en dezelfde hoeveelheid regen op zandgrond, of op kleigrond valt. De eerste kan niet ligt te veel regen krijgen, wijl hij hem snel door zich heen laat, en aan de oppervlakte even zoo schielijk door verdamping weder afgeeft. Daarentegen heeft een kleigrond zeer spoedig te veel regen, daar hij door water digtgespoeld, hard en voor het indringen van lucht en warmte gesloten wordt. Over deze beteekenis van het water zullen wij echter uitvoeriger spreken in het hoofdstuk getiteld: „het water in betrekking tot de voeding”.

Niet minder dan naar plaatselijke toestanden verschilt het vallen van regen naar de jaargetijden, zoodat men bijna voor elk oord van een' vasten regentijd kan spreken. Voor het midden van Duitschland is in het algemeen de zomer, namelijk Junij en Julij, de regentijd; voor Milaan en Padua de herfst; voor Turijn de lente. De maand die het armste is aan regen of sneeuw, is voor Duitschland Januarij, $1^5/_{12}$ duim, de rijkste Junij, $3^1/_8$ duim.

Die maat van den vallenden regen staat echter niet in juiste verhouding tot het getal van regendagen, dat is: de streek, welke meer regen krijgt dan eene andere, telt daarom niet meer regendagen dan de laatste. Dit hangt af van de digtheid of rijkelijkheid van den regen of de sneeuw. Zoo heeft b. v. Giengen in het Badensche dooreengenomen 19 regendagen minder dan Göttingen, en toch meer dan 1 duim regen meer. De ondervinding leert dat in meer noordelijke en dus koudere streken de regendagen menigvuldiger zijn, en in zuidelijke en warme de regenbuijen zeldzamer, maar rijkelijker aan water.

De hoeveelheid van den regen staat in de meeste gevallen in naauwe betrekking tot de rigting van den wind. De natheid van den westewind is algemeen bekend. Daarbij oefenen zelfs lage bergruggen een' merkbaren invloed uit, gelijk wij dit vroeger in het groot van de Andes, ten opzigte van Chili, gezien hebben. Ook daarover heeft de meteorologie naauwkeurige waarnemingen gedaan, en bevonden dat de gemiddelde windrigting, waarbij in Duitschland de meeste regen valt, tusschen W. en Z.W. is.

Wij hebben reeds vroeger gezien dat men de hoeveelheid gevallen regen gewoonlijk te hoog schat, toen wij vermeldden dat er in het noorden van Duitschland, volgens de waarnemingen van Dove, gedurende een' sterken zomerregen in 24 uren slechts 1 duim water valt. Dit moet natuurlijk zoo verstaan worden dat, als de aardbodem onder de regenwolk volkomen effen en ondoordringbaar was, het regenwater na het ophouden van den regen er 1 duim hoog op staan zoude. Doch de grond is geen van beide. Het water, dat steeds tracht naar het waterpas, vloeit op den oneffen

bodem snel naar zijne kuilen, waarin wij dan het water van misschien eene groote vlakte bijeen verzameld zien. Een ander gedeelte dringt schielijk den bodem in, vooral in zandgrond. En zoo zien wij altijd of minder of meer dan de werkelijk gevallene hoeveelheid.

Geheel andere verschijnselen dan onze sterkste onweêrregens, zijn de tropische regenvlagen, van welke een engelsch officier zegt: „dat zij niet in druppels maar in stralen vallen". Terwijl de hemel boven Petersburg 161 regendagen noodig heeft om 17 duim, Dove zegt 16 duim, regenwater te doen vallen, zijn aan den aequator, voor 88 duim, 78 dagen voldoende. Kapt. Roussin zag in Cayenne in éénen nacht $10^1/_4$ duim regen vallen, dat de helft is van alles wat te Parijs in een jaar valt. Met zulke regenvloeden kan het ons niet verwonderen dat daar ginds, in den regentijd, de overloopende rivieren groote streken in meren veranderen. Doch ook wij hebben ons nu en dan over zulke tropische zondvloeden te beklagen, want bij ons zijn zij steeds verwoesters, terwijl zij tusschen de keerkringen de bevrijders zijn van milioenen kiemen, die in de boeijen der droogte gekluisterd lagen. Iedereen herinnert zich nog de laatste overstroomingen omstreeks Lyon. Op den 25sten October 1822 viel er te Genua 30 duim regen, en den 20sten Mei 1827 bij Genève, gedurende een onweder van drie uren, 6 duim.

Maar wij hebben geen begrip van die door groote regenvloeden vergezelde tornados van de tropische zone, en van de tyfoons der Chineesche en Indische zeeën, welke zelfs zeelieden doen beven die onder de verschrikkingen van den storm grijs geworden zijn.

Bekend is de strenge verdeeling van het jaar in de tropische zone, in een' regentijd en een' regenloozen tijd. De indianen aan den Orinoko verdeelen het jaar in den tijd der zon en in den tijd der wolken.

Als eene regenbui door onderscheidene waarnemers aan de helling van een' hoogen berg ten zelfden tijde gadegeslagen wordt, dan bevinden zij dat de druppels welke in de hoogte vallen, kleiner zijn dan die welke in de laagte vallen. Dit bewijst dat

zij onder het vallen grooter worden, niet slechts door zamenvloeijen van vele kleinen tot eenen grooten druppel, maar ook door den voortgang van de waterverdigting in de luchtlagen onder de regenwolk. De druppels vergrooten zich dus op dezelfde wijze als een sneeuwbal die in de sneeuw voortgerold wordt.

SNEEUW. KROT. HAGEL.

Als de temperatuur van eene wolk in welke eene waterontlading plaats zal hebben, nabij het vriespunt of wel daar onder staat, dan vormen er zich geene druppels, maar de waterdampen sluiten zich als kristallen aan elkander, bijna op gelijke wijze als bij de rijpvorming, waarbij echter altijd een vast punt van aanhechting voor de aanschietende kristallen noodig was, wat hier niet het geval is. Bij de vorming van den hagel en van de krotsneeuw komen daar nog andere voorwaarden bij. Zeldzaam is het evenwel zeer koud als er sneeuw valt, en sneeuwbuijen bij — 16° tot 18° R. zijn als groote zeldzaamheden aangeteekend geworden. Die zeldzaamheid is echter niets wonderlijks, maar integendeel gemakkelijk te verklaren, daar het ons bekend is dat er in koude lucht minder waterdamp voorhanden moet zijn dan in warme. Als er bij eene groote koude sneeuw valt, dan wordt die waarschijnlijk door het stroomen van een warmer en daardoor vochtiger gedeelte der lucht in een kouder veroorzaakt. Meestal is de temperatuur als het sneeuwt tusschen — 4° tot 5° R. Bij eene grootere koude zijn de ijskristallen meestentijds klein en onvolkomen gevormd, terwijl eene sneeuwbui bij eene temperatuur van 1° tot zelfs 2½° R. boven nul, groote, schielijk smeltende sneeuwvlokken levert.

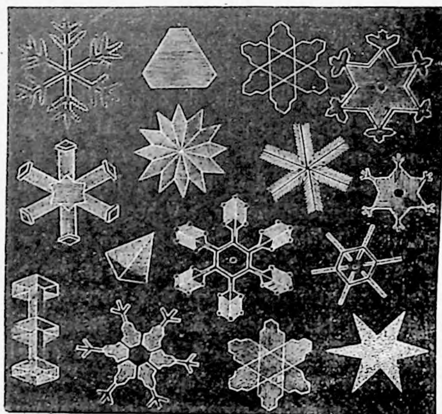
Terwijl de kristallen bij de gewone ijsvorming, wegens de snel voortgaande kristallisatie, gewoonlijk uiterst zeldzaam regelmatige vormen aannemen, zijn de sneeuwvlokken integendeel meestal zeer regelmatige kristallen, of ophoopingen van kristallen, bij welke steeds hoeken van 60° of 180° voorkomen.

De naauwkeurigste waarnemingen over de gedaante der sneeuwvlokken zijn tot heden nog die, welke vóór 35 jaar door den engelschman SCORESBY in de noordelijke IJszee gemaakt zijn. Hij

neemt vijf hoofdvormen aan: 1) dunne blaadjes; 2) vlakke of kogelvormige kernen met getakte kanten; 3) fijne spiesen of zeszijdige prismaas; 4) zeszijdige pyramiden; 5) spiesen, waarvan het eene uiteinde of wel beiden in het middenpunt van een dun blaadje gestoken zijn. Bij het ontstaan van deze of gene dezer gedaanten zal misschien de electriciteit, maar zeker ook de temperatuur der lucht, van invloed zijn.

De fraaiste vormen komen voor in het gebied van den eersten dezer vijf grondvormen van Scoresby. Het zijn die sierlijke sterretjes, welke voornamelijk vallen bij eene temperatuur die op of minstens weinig onder het vriespunt staat. Wij geven eenige afbeeldingen van sommigen dier vloeibare juweelen, naar teekeningen van Scoresby gevolgd.

Fig. 10.



Vormen van sneeuwvlokken, naar Scoresby.

Deze sneeuwkristallen, en eene menigte anderen die niet afgebeeld zijn, worden ook dikwijls zeer onregelmatig gevormd, en niet zelden tot groote vlokken los te zamen gepakt.

De aanhoudendste en digtste sneeuwbui geeft natuurlijk veel minder water dan een matige regen. Volgens de waarnemingen van Schübler geven ruim 11 kubiekduim sneeuw gemiddeld 1 ku-

bickduim water. Uit die verhouding is het te verklaren, dat eene sneeuwlaag van verscheidene voeten hoog, bij hare ontdooijing, als die dooi ten minste niet door regen vergezeld wordt, dikwijls slechts weinig water oplevert, en zeer zelden het buiten de oevers treden der rivieren veroorzaakt.

In ons vlak land kan men eigenlijk niet zeggen dat men weet wat sneeuw is. Daartoe moet men in de dalen van het Ertzgebergte en andere hooge streken van Duitschland, maar vooral in de hoogere gedeelten der Alpen zijn. Het is geene overdrijving wanneer men zegt dat in het gebergte tusschen Saksen en Bohemen menigmaal het winterpad langs eenen schoorsteen loopt, die door een diep in de sneeuw begraven huis, als een teeken van zijn aanwezen opgestoken wordt. Om de massaas sneeuw der Alpen te zien moet men dezen niet in Augustus bezoeken, als de sneeuw door zonnewarmte en lawinenval tot de geringste hoeveelheid terug gebragt is. Men begrijpt dan eenigzins hoe, volgens beschrijvingen en de plaatselijke aanwijzingen van den gids, de onmetelijke menigte sneeuw tot in April de hoogten en laagten der Alpen bedekt, en dikwijls volkomen ontoegankelijk maakt. Dan gaat, b. v. van den Grimsel naar het Haslidal daar beneden, het regt en steil afloopende pad over eene laag sneeuw, zoo hoog als een huis, die den rotsgang opvult welke door de Aar bogtig en diep is uitgewoeld; dan ruischt de slechts op weinige plaatsen zigtbare vloed, diep onder de voeten van den wandelaar, door onmetelijke sneeuwmassaas overwelfd. In het volgende hoofdstuk zullen wij, bij de beschouwing van de bergijsvelden, (glaciers of gletschers) de alpensneeuw nog nader leeren kennen.

Een overgang tusschen de sneeuw en den hagel. vormt het zoogenaamde krot, of de krotsneeuw[1]. De wetenschap beweert dat er tot het ontstaan van krot, gelijk als tot dat van den ha-

[1] Deze soort van sneeuw heeft misschien in elke provincie van ons land een andere naam, doch in vele streken van Nederland schijnt zij evenwel geen naam te hebben, immers slechts in de noordelijke provinciën hebben wij haar krot hooren noemen. *Krot* is eene verbastering van *grot*, *grut*, *gort*, en ook in die deelen van Duitschland waar men de gepelde garst *graupen* noemt, heet men deze soort van sneeuw *graupeln*. Vert.

gel, voornamelijk een sterke electrieke toestand der wolken gevorderd wordt; men bespeurt ten minste gedurende het vallen van beide dikwijls eene snelle afwisseling in de atmospherische electriciteit. De krotsneeuw bestaat uit sneeuwwitte, ronde korrels, meestal ter grootte van kleine erwten, zelden grooter; zij is niets anders dan digt zamengebalde sneeuwvlokken, en valt het meest in het voorjaar, of in den overgangstijd van het koude in het warme jaargetijde. Zeer zelden duurt eene krotsneeuwbui langer dan eenige minuten, waaruit men ten minste besluiten mag tot een', daartoe noodigen, maar zeer bijzonderen en niet aanhoudenden toestand van de luchtzee. Dove klaagt dat de krotsneeuw zoo dikwijls met hagel verward wordt, waarvan zij toch wezenlijk verschilt; ook is zij geenszins zoo verderfelijk als de hagel.

De hagel bestaat altijd uit echt ijs. De korrels zijn meest rond of eivormig, maar zeldzaam van volkomene gedaante, want dikwijls zijn zij tamelijk vormloos en met stompe hoeken, of wel met scherpe kanten. Bij het opgeven van de grootte der hagelkorrels heeft de schrik van den armen landman hem wel eens eene overdrijving doen begaan, want verscheidene van die verhalen grenzen aan het onmogelijke. Met regt is er in de meteorologie van Schübler op gewezen dat men de zwaarte der hagelkorrels dikwijls te hoog aanslaat. Als men dus van hagelkorrels spreekt die zestien lood wogen, dan moeten dat ware ijsklompen geweest zijn; daar Tessier bevond dat eene hagelkorrel ter grootte van een hoenderei slechts $3^1/_2$ lood woog. Het inwendige van eene hagelkorrel doet aan eene zeer bijzondere wijze van ontstaan denken, want het vertoont concentrische lagen of schalen, en meestal ook tevens van het middenpunt uitgaande voegen. Ten gevolge daarvan heeft ook geene enkele waterige luchtverheveling zoo vele wijzen om haar ontstaan te verklaren in het leven geroepen, als de hagelvorming. In den laatsten tijd, den 20sten Mei 1852, heeft eene bij Hamburg vallende hagelbui eene onbevooroordeelde waardering der oude hageltheoriën in het leven geroepen [1], waaruit blijkt dat men voorheen de gronden, waarop de hagelvorming ver-

[1] Zie: „*die Natur*" jaarg. 1853. N°. 39, 40, 45. *Die Hagelbildung von* Karl Nöllner.

klaard werd, veel te ver gezocht, en daarbij zelfs somtijds tegen de wetten der natuur gezondigd heeft. Die waarnemer zegt: „en zoo is dus de veelbesprokene hagelvorming, ten laatste, nog slechts daarvan afhankelijk dat in eene atmospheer, rijk aan watergas, de verdigting van dat watergas door eenen luchtstroom veroorzaakt wordt, welks temperatuur zoo laag is dat er voor het gevormde water, tot het vormen van ijs, nog eene temperatuur onder nul overblijft." Volgens Nöllner is de electriciteit niet de oorzaak maar slechts een verschijnsel van die plotselinge verdigting van watergas. In elk geval speelt het ongewoon groote warmteverschil tusschen twee zamenkomende luchtlagen, van welke de warmste zeer rijk aan watergas of waterdamp is, de hoofdrol bij de hagelvorming.

Wij voegen hier eene plaats uit die drie aangehaalde, voortreffelijk geschrevene artikels in, door welke onze lezers tevens een blik kunnen slaan op de krachten der natuur, die op alle plaatsen zich gevoelen doen en toch zoo eenvoudig zijn:

„De scheikunde leert ons dat overal waar de agregatietoestand van een ligchaam veranderd wordt, verschijnselen van warmte, licht en electriciteit bespeurd worden: en van eene wrijving der atomen kan toch wel geene sprake zijn!

„Verder leert ons elke uitbarsting van een' vuurspuwenden berg, dat, als in het binnenste der aarde door eene zeer hooge temperatuur gassen zamengeperst, bij het uitstroomen uit den krater plotseling uitgezet, en door de aanraking met de koude atmospheer even plotseling weder verdigt worden, dat er in die gevallen op dezelfde wijze bliksem en donder ontstaan als bij een onweder. Bovenal moet zulks bij al zulke vulkanen het geval zijn welker krater ver boven de sneeuwgrens uitsteekt. Ja elke stoomwolk die stootsgewijze onze locomotiven verlaat bewijst ons die opwekking der electriciteit door verdamping, daardoor dat alle deelen van dien damp, ten gevolge van de groote neiging tot het aannemen van den kogelvorm, elkander eerst wederkeerig aantrekken, doch terstond daarop weder afgestooten worden, en zich daardoor, onder het aannemen van tallooze takkige gedaanten, weder oplossen. Ook die electriciteits-opwek-

kingen zullen bij zeer koud, droog weder, waardoor de damp van den locomotief, gelijk dien van den vulkaan die boven de sneeuwgrens reikt, plotseling verdigt wordt, het sterkste zijn en daardoor aanleiding geven tot die lange rij van dampwolken, welke zoo volkomen op kleine hoopwolken gelijken. Even zoo heeft elke wolk die aan het toenemen is veelal den kogelvorm, en elke wolk die aan het oplossen is den boomvorm. Immers in al deze gevallen is in de deeltjes, die zoo even verdigt worden, de positive, en in de reeds verdigten of verdampenden de negative electriciteit meer opgehoopt, en daardoor stooten de enkele deeltjes nu eens elkander af en trekken dan weder elkander aan, totdat zij eindelijk in evenwigt geraken, om hetzelfde spel vroeger of later van voren af aan weder te beginnen. Zóó zal van de grootte der hemelligchamen de sterkte hunner aantrekkingskracht, van de sterkte hunner aantrekkingskracht het lichten van hen zelve of van hunne atmospheren, van de ongelijke verlichting en verwarming het magnetismus, van het magnetismus de omwenteling of rotatie, van de rotatie de verschillende luchtstroomen en luchtgolvingen en van dezen eene onophoudelijke beweging der electrieke golven afhankelijk zijn, welke ten laatsten weder, aan de lichtgolven gelijk, met de hoogere golven des levens in de geheele natuur in eene bepaalde overeenstemming staan zullen.

„Als er echter in de ligt bewegelijke luchtzee die ons omringt, eene onophoudelijke eb en vloed geboren wordt, en er stroomen in ontstaan op gelijke wijze als in den wateroceaan, als dit door zoo vele oorzaken verwekt kan worden, zoo als door dag en nacht, land en zee, bergen en dalen, heete en koude zonen, verschillende standen van de maan tegenover de aarde, enz., dan kunnen ook twee luchtstroomen elkander op de verschillendste wijze ontmoeten, de eene uit eene hoogere laag afkomstig, vele graden onder het vriespunt van water, de andere verwarmd en met watergas gevuld. Dan zal zich het watergas altijd eerst tot blaasjes (nevel) dan tot druppels (regen) en vervolgens zelfs tot ijs (hagel) verdigten.

„Het is echter een bekend feit dat zoutoplossingen in eene luchtledige ruimte tot ver onder haar kristallisatiepunt afgekoeld

kunnen worden, zonder te kristalliseeren, maar dat zij door het toetreden van lucht, door drukking, of door een' stoot, enz., oogenblikkelijk tot eene vaste massa verstijven. Evenzoo kan ook het water onder eene sterke drukking vele graden boven het kookpunt verhit worden zonder te koken, en dan weder in eene luchtledige ruimte even sterk afgekoeld worden zonder te bevriezen. Zelfs bij gewone luchtdrukking in den winter wordt dat verschijnsel niet zelden door praktisch arbeidende scheikundigen waargenomen, als zij water uit eene flesch gieten en dit in eens geheel tot ijs verstijft. Geheel op gelijke wijze zullen ook de waterdruppeltjes, die in hoogere streken ontstaan zijn, alsmede die welke geboren zijn in eene ruimte nabij de aarde, door eene plotselinge verdigting van groote massaas watergas, zich eerst met veel gemak tot groote druppels vereenigen, maar als zij in eene digtere atmospheer en langzamer nedervallen spoedig weder in kleinere druppeltjes splijten. Bevriest nu zulk een druppeltje, dat nog altijd vele graden onder het vriespunt van water staat, dan geschiedt dit steeds plotseling. Dat harde ijskorreltje neemt echter gedurende het vallen nog eene menigte niet verstijfde, maar eveneens tot onder het vriespunt afgekoelde waterdruppeltjes om zich heen. Door de reeds aangevangene kristallisatie vormt zich telkens oogenblikkelijk een nieuw ijsbekleedsel over die eerst verstijfde ijskorrel (hagelkorrel), en zoo ontstaan er verscheidene lagen, welke aan elke hagelkorrel nog duidelijk te zien zijn. Komt de hagelkorrel eindelijk in de onderste warmere luchtlaag, dan zal er ook daar nog waterdamp op haar afgezet worden, en tot ijs veranderen, zoolang namelijk hare temperatuur onder nul is.

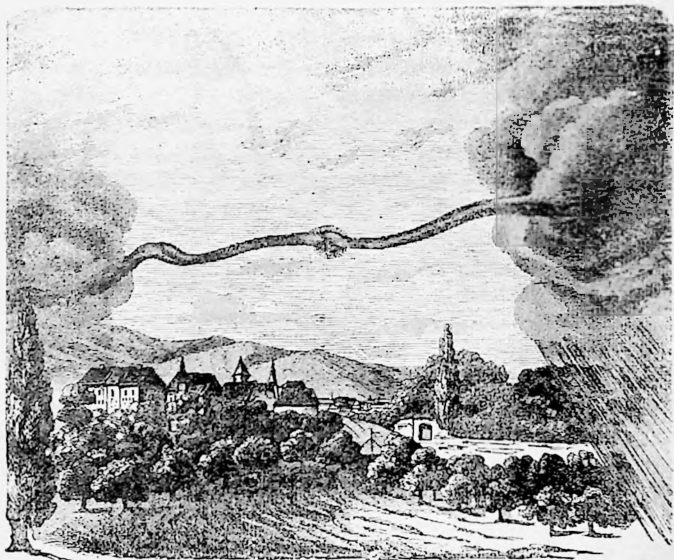
„Op deze wijze is het gemakkelijk te verklaren waarom er in tropische streken zoo groote hagelkorrels vallen, als zij in gematigde streken nooit gezien worden, en eveneens waarom de vorming van hagel in zeer noordelijke streken in het geheel niet geschiedt. Aan den aequator stijgt de sneeuwgrens, en daarmede ook de eerste voorwaarde tot hagelvorming, tot eene hoogte van 15,000' boven de zee op. Bij zoo geringe luchtdrukking, gevoegd bij de hoogte van den val en het watergehalte der atmospheer, vindt de hagel dáár natuurlijk de beste gelegenheid tot eene krachtige vorming. In het noorden of

op hooge bergen wordt men somtijds nog slechts daardoor aan den hagel herinnerd, dat er waterdroppels uit de lucht vallen welke alle voorwerpen, die zij treffen, oogenblikkelijk met eene glazige ijskorst overdekken, waarbij echter ook wel kleine stukken ijs, die in de lucht plotseling verhard zijn, mede naar beneden storten. Sneeuw en hagel onderscheiden zich dus slechts daardoor dat de eerste door eene langzaam voortgaande kristallisatie op eene temperatuur van het vriespunt, de hagel integendeel uit ver beneden het vriespunt afgekoeld, maar plotseling verstijfd water ontstaan is."

Vóór dat wij het water der luchtzee verlaten, waar wij het op zijne zwerftogten en in zijne gedaanteverwisselingen gevolgd hebben, moeten wij nog twee waterbeelden beschouwen: het eene tot een beeld van groote verschrikking, het andere tot het symbool van de vrede geworden.

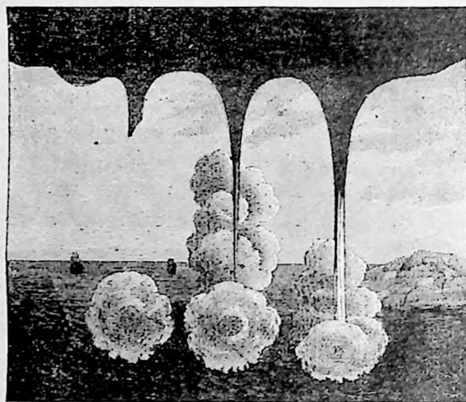
Het eerste der hier door ons bedoelde luchtverhevelingen

Fig. 11.



is de waterhoos. Figuur 11 stelt de afbeelding voor van eene zeer bijzondere waterhoos, welke op den 4den Augustus 1854 te Frankfort a. M. waargenomen is [1]. De waterhozen zijn vooral opmerkenswaardig door eene spiraalsgewijze dwarrelbeweging der lucht, welke alles wat in haar bereik komt, en dus b. v. ook het water van de zee, van vijvers of meren opheft, en daarbij, gelijk bekend is, dikwijls zoo veel kracht ontwikkelt dat boomen ontworteld en gebouwen omver geworpen worden. Hoe weinig er ook tegenwoordig nog bekend moge zijn van de wijze waarop de waterhozen ontstaan, zoo spelen toch, zonder twijfel, groote veranderingen in de warmte, en ten gevolge daarvan onweêrsbuijen, eene groote rol bij haar ontstaan. Gewoonlijk zijn de waterhozen naar beneden, naar de op-

Fig. 12.



pervlakte van het water gerigt, zie figuur 12, en het is daarbij naauwelijks meer twijfelachtig, ofschoon het ook volgens de waarnemingen zeldzaam het geval is, dat het water ten minste voor een gedeelte de waterhozen mede helpt vormen. Het water immers dat

[1] Zie: *Die Natur*, jaarg. 1855. N°. 36.

uit eene waterhoos op het dek van een schip valt, is bijna altijd zoet. Het in figuur 11 afgebeelde geval was daarentegen uit atmospherisch water alleen ontstaan, waarbij het overigens, volgens de beschrijving, geenszins tot het vormen van druipend water, ten minste niet tot als regen vallend water schijnt gekomen te zijn. De waarnemer geloofde echter duidelijk water te zien stroomen in de beide zonderlinge staarten, die uit de beide tegenover elkander staande wolken ontsproten, en zich eindelijk met elkander vereenigden, aan het draaijende punt van aanraking waterdamp verspreidende. Vooral opmerkelijk was het dat er bij dit zeldzame verschijnsel in die, uit twee staartvormige aanhangselen bestaande verbindingsstreng, nog eene tweede omdraaijiug bestond.

De windhozen verschillen slechts van de waterhozen in de stof die zij opnemen, daar zij meestal slechts stof, zand, boombladeren enz. omhoog winden, en zij in het klein wervelwinden of dwarrelwinden geheeten worden.

De regenboog is geenszins eene waterige luchtverheveling, maar moet liever een in den regen of in waterdamp zich vertoonend lichtverschijnsel geheeten worden. Het water is alzoo slechts het middel tot dit schoone schouwspel, hetzij in den vorm van vallende regendruppels, hetzij als opstijgende waterdamp, hetzij als kleine druppels in den kokenden afgrond van den waterval uit elkander gezweept.

De regenboog diene ons hier tot slot-decoratie van het tooneel der met water gevulde luchtzee. Uit die luchtzee keeren onze gedachten naar de aarde terug, om thans den invloed van het water op het klimaat te leeren kennen, gelijk wij het hebben leeren kennen als een' nimmer rustenden wandelaar, die dikwijls onzigtbaar is, maar ook dikwijls de schijngestalte van wolken aanneemt en de aarde met vruchtbaarheid zegent. Geen druppeltje loopt van de kruin der bergen naar zee, dat niet slechts eenmaal, maar misschien wel duizendmaal die wandeling gedaan heeft. Door de aderen der aarde zoowel als door de haarfijne buisjes van het rijk der planten wist het den weg te vinden, om weder op hetzelfde punt van den grooten omloop te geraken, van den grootsten omloop op aarde, in welks voetstappen alles bloeit en leeft!

DERDE HOOFDSTUK.

DE INVLOED VAN HET WATER OP HET KLIMAAT.

Inleiding. Het klimaat der Vereenigde Staten en zijn invloed op levenswijs en zeden, door E. Desor. Verdeeling van waterdamp en koolzuur door den omloop van de luchtzee. Schildering van de aequatoriaal-doldrums. Verschuiving naar de jaargetijden en belangrijkheid van den aequatoriaal-wolkenring. Gezamenlijke hoeveelheid van den jaarlijks vallenden regen. Verdampingswater van het land. Evenwigt of verschil tusschen verdamping en nedervallend water. Plaats van waar het nedervallende water afkomstig is. Invloed der gebergten. Invloed van geologische katastrophen op de veranderingen van het klimaat. De monsoons en moussons. Aandeel van de bosschen aan den toestand van het klimaat. Invloed van de zee op het klimaat. Zeestroomen. De golfstroom. Temperatuur van het N. W. van Europa, Fig. 13. Zee- en vasteland-klimaat.

> Gelijk in die hoogere spheren van het denken en van het gevoelen, in de beoefening der geschiedenis, der wijsbegeerte en der welsprekendheid, zoo is ook in alle deelen der natuurkunde het eerste en verhevenste doel van de werkzaamheid van den geest innerlijk; namelijk het opsporen van natuurwetten, het doorgronden van de orde waarin de schepselen aaneen geschakeld zijn, het inzien van den noodzakelijken zamenhang van alle veranderingen in het heelal.
>
> v. Humboldt, Kosmos I. *p.* 37.
>
> (*Oorspronkelijke uitgave*).

Na alles wat in het voorgaande hoofdstuk over het water gezegd is, kunnen wij het eene atmospheer in de atmospheer noemen. Het water in de lucht is geheel zelfstandig en van haar onafhankelijk. Onder den invloed van de afwisselingen der warmte vermengt het water zich met de lucht, nu eens in grootere, dan weder in kleinere hoeveelheid; nu als onzigtbaar watergas, dan

als een blaasvormige damp; of wel het verlaat als daauw, regen, sneeuw of hagel het innige en toch niet vaste verbond. Dan eens werken beide vereenigd, gemeenschappelijk op de oppervlakte der aarde drukkende, of wel het water werkt op zichzelf op hygroskopische ligchamen.

Als bestanddeel van den dampkring heeft het water den grootsten invloed op het klimaat of de luchtgesteldheid van eene landstreek. Als bestanddeel van den dampkring is het eene belangrijke schakel in de keten, welke den mensch aan zijne woonplaats bindt. Gaan wij de overige schakels van deze keten na, dan vinden wij de warmte, het water, de agronomische gesteldheid en de verheffingen en dalingen van den bodem en eindelijk de verbindingsschakel, welke van deze allen gezamenlijk afhangt — het bosch, dat nog geenszins algemeen in zijne belangrijkheid in dit opzigt erkend wordt.

Om onze lezers, maar vooral onze lezeressen, met aandrang op het zamengestelde natuurvoortbrengsel, welks uitwerkselen wij het klimaat van een land noemen, te wijzen, geven wij hier een uittreksel uit het tijdschrift *die Natur*, 3de jaarg. N°. 3 en 4; en wel eenige zinsneden over het klimaat der Vereenigde Staten en zijnen invloed op levenswijs en zeden, door E. Desor, den geoloog, den beroemden onderzoeker van het bergijs, te Neufchatel in Zwitserland:

„Als een duitsche of zwitsersche landverhuizer te New-York aan wal stapt, dan vindt hij gewoonlijk het klimaat dáár niet veel van dat van zijn vaderland verschillend. Langzamerhand echter, als hij er zich gevestigd heeft, begint hij onderscheid te bespeuren, waardoor hij verpligt wordt vele zijner gewoonten te veranderen, en eindelijk, hij mag willen of niet, wordt hij gedwongen de amerikaansche levenswijs, waar hij in het eerst zoo op schimpte, te volgen.

„Die ondervinding, welke die van de meeste europeanen is, verwekt hunne verwondering als zij er over nadenken. Zij weten dat de noordelijke Vereenigde Staten bijna op dezelfde breedte liggen als het midden van Europa, en de meest beschaafden onder hen herinneren zich bovendien, op de school geleerd te hebben dat de Isothermen of zonen van gelijke temperatuur, op eene nog meer

overeenstemmende wijze aan elkander gelijk zijn. Verder hebben zij de ondervinding opgedaan dat de winter in den omtrek van New-York en Boston bijna even zoo koud is als in den omtrek van Frankfort, Basel of Zurich, en de zomer ten minste even warm. En toch zijn de uitwerkselen van de jaargetijden aldaar zoo verschillend, dat het hun onbegrijpelijk toeschijnt. Als dus voor eenige jaren het beschaafde gedeelte van de duitsche bevolking van Boston, zich in een lokaal vereenigde, om, naar amerikaansch gebruik, eene openbare voorlezing te hooren, had de eerste, zoo niet de eenige natuurkundige vraag, welker beantwoording men met levendige belangstelling verwachtte, betrekking op het klimaat. Hoe kwam het dat zij allen genoodzaakt geworden waren om na eenigen tijd hunne gewoonten, ja zelfs hunne handelingen in verschillende kunsten en handwerken te veranderen?

„De verschijnselen, waarvan hier sprake is, zijn van tweederlei aard; de eersten behooren tot het dagelijksche leven, en kunnen door iedereen waargenomen worden, de anderen bepalen zich tot de uitoefening van zekere handwerken.

„Tot de eersten behooren de volgenden:

1) „De duitsche vrouwen zijn zeer verwonderd over den spoed waarmede daar de wasch zelfs in den sterksten winter droogt, zoodat de werkzaamheden daaraan verbonden slechts half zoo lang duren als in Europa. Dit maakt het algemeene gebruik in de Vereenigde Staten, om alle weken te wasschen, mogelijk.

2) „Aan den anderen kant zijn de huismoeders, vooral op het land, verlegen met de snelheid waarmede het brood uitdroogt. In haar vaderland gewoon om voor verscheidene weken brood in voorraad te bakken, verwonderen zij zich als zij zien hoe het brood, ofschoon op gelijke wijze bereid, binnen weinige dagen hard en oneetbaar wordt. Zij werpen de schuld nu eens op het meel, dan weder op het water; zij zijn verdrietig, klagen, en eindigen ten laatste daarmede, dat zij het gebruik der amerikanen aannemen en alle dagen of minstens om de twee dagen brood bakken.

3) „Dit nadeel, dat zich niet ontkennen laat, wordt door voordeelen opgewogen, welke wij niet bezitten. Zoo is het beschim-

melen en verrotten van den wintervoorraad, in de Vereenigde Staten veel minder te vreezen dan bij ons. De kelders vooral, als zij niet juist op vochtige en lage plaatsen aangelegd zijn, zijn voortreffelijk, zoodat men daarin elke soort van vruchten, eetwaren en groenten veel langer en zekerder bewaren kan dan bij ons.

4) „Die afwezigheid van vochtigheid valt nog meer in het oog in de kamers. De vensters sluiten minder goed dan bij ons. Ook zijn de duitschers, die in hun land gewoon zijn om hunne vensterglazen een goed gedeelte van den winter met ijsbloemen bedekt te zien, en moeijelijk zich eene kersmis zonder ijs verbeelden kunnen, zeer verwonderd, zoo iets in Amerika niet weder te vinden, en toch is het daar op kersmis even koud, en zelfs kouder dan te Hamburg of te Munchen.

5) „Nevens deze zaken, welke tot het dagelijksche leven betrekking hebben, zijn er anderen die tot het gebied der gezondheidsleer behooren, en die iedereen het best aan zichzelven waarnemen kan. Als voorbeeld willen wij hier slechts vermelden, welken invloed het verblijf in de Vereenigde Staten op het haar uitoefent, dat na zekeren tijd veel van zijne natuurlijke vochtigheid verliest. Daaruit volgt hier eene grootere behoefte aan pommade en haaroliën, en gevolgelijk een betrekkelijk veel grooter getal van kappers. Vele jonge lieden, die in Zwitserland of Duitschland niet van pommade of macasser-olie hooren wilden, uit vrees van verwijfd te schijnen, nemen bij troepen hunne toevlugt tot den kapper, als zij eenigen tijd in de Vereenigde Staten geweest zijn.

„De ondervindingen, welke in de uitoefening van verscheidene kunsten en handwerken opgedaan worden, zijn niet minder belangrijk. Wij geven slechts eenige voorbeelden, uit den mond van opmerkzame en geloofwaardige mannen opgezameld.

1) „De bouwkundigen kennen de noodzakelijkheid niet om hunne gebouwen een tijd lang te laten droogen, vóór dat zij ter bewoning geschikt zijn. De metselaar heeft pas het huis verlaten of de huurder trekt er in, zonder bevreesd te zijn zich een rheumatismus of eene andere kwaal op den hals te halen, wat bij ons in nieuwe gebouwen zoo spoedig geschiedt.

2) „De huisschilders kunnen veel spoediger dan bij ons eene tweede laag verf of vernis opstrijken, zonder dat de deugdzaamheid van het werk daarbij lijdt.

3) „De timmerlieden en vooral de instrumentmakers zijn genoodzaakt veel zorgvuldiger te zijn in de keuze van het hout, dat zij verwerken. Hout, dat men in Europa voor volkomen droog zou houden, kan in de timmerwinkels van Boston en New-York niet gebruikt worden, omdat het aldaar bersten zou.

„Houten vloeren vorderen vooral eene groote voorzorg, en men ziet die dan ook zelden, zelfs in de rijkste huizen. Aan dezelfde oorzaak moet men het groote verbruik van pianoos in Amerika toeschrijven, daar de weener- en parijser vleugels, hoe onberispelijk zij ook voor Europa zijn, hier zeer spoedig bederven.

4) „De schrijnwerkers zijn ook genoodzaakt eene veel sterkere lijm te gebruiken dan in Europa.

5) „De looijers hebben de opmerking gemaakt dat de huiden dáár veel schielijker dan in Europa droogen, en die omstandigheid stelt hen in staat in denzelfden tijd een veel grooter getal te bewerken; vooral zijn zij verwonderd over het snelle droogen in den winter.

6) „Eindelijk moet ik nog eene opmerking uit mijne eigene ondervinding als natuuronderzoeker vermelden. Het is bekend welk eene moeite wij in Europa hebben om onze verzamelingen van voorwerpen der natuurlijke historie voor de vochtigheid te beschermen; slechts door kalk en andere opslorpende zelfstandigheden gelukt het ons haar voor beschimmelen, vooral in nieuwe gebouwen, te beveiligen. Te Boston heb ik verzamelingen van vogels en zoogdieren in kamers bewaard gezien, welke de stukadoor eerst kortelings verlaten had, zonder dat men er aan dacht om opslorpende middelen er bij te leggen. Toen ik dit tot den bewaarder zeide, en hem mijne bezorgdheid betuigde voor zoovele kostbare voorwerpen, welke gevaar liepen van te bederven, antwoordde hij: „gij vergeet dat wij in Nieuw-Engeland en niet in Europa zijn.

„Al deze verschijnselen komen uit eene enkele oorzaak voort, zoo als de lezer reeds geraden zal hebben, uit de groote droogheid der lucht in de Vereenigde Staten. Het zou zelfs overbodig schijnen kunnen om ons zoo lang, als wij reeds gedaan hebben, met die bijzonderheid van het amerikaansche klimaat bezig te houden, als dit resultaat niet schijnbaar in tegenspraak was met de gewone denkbeelden en opgaven over het klimaat van dit land. „Gij beweert," heeft men ons niet zelden tegengeworpen, „dat het klimaat van de Vereenigde Staten drooger zij dan dat van Europa, en wij weten toch dat het daar niet minder en niet zeldzamer regent dan bij ons."

„En waarlijk, de hoeveelheid water, die in de Vereenigde Staten in de gedaante van regen of sneeuw valt, is niet slechts niet kleiner, maar even groot, zoo niet zelfs grooter dan in Europa. Zoo valt er, volgens de nieuwste opgaven die wij bezitten, te Boston jaarlijks eene hoeveelheid regen van 38 duim; te Philadelphia van 45; te St. Louis van 32; terwijl in Europa de jaarlijksche hoeveelheid regen voor Engeland dooreen genomen 32 duim is; voor Frankrijk 25; voor het midden van Duitschland 20; en zij voor Hongarije slechts 17 duim bedraagt.

„Het getal der regendagen is in de Vereenigde Staten evenéens niet kleiner dan in Europa, uitgenomen misschien op de Britsche eilanden en in Noorwegen; integendeel schijnt het grooter te zijn dan in het oosten van Europa. Er is dus wel eene verklaring noodig hoe het komt dat die tegenstrijdigheid der opgaven toch slechts eene schijnbare is; dat, niettegenstaande die grootere hoeveelheid water, het klimaat over het geheel in de Vereenigde Staten toch drooger kan zijn dan in Europa. De oorzaak is zeer eenvoudig: bij schoon weder is de lucht dáár minder met vochtigheid beladen dan bij ons. De lucht blijft niet, gelijk in Engeland en in het westen van Europa, in een' aan verzadiging grenzenden toestand, maar op het oogenblik waarop het met regenen ophoudt, en het omloopen van den wind schoon weder terug brengt, daalt ook de hygrometer en blijft het daauwpunt merkelijk onder de temperatuur der omringende lucht. In

dit opzigt bestaat er eenige overeenkomst tusschen het klimaat der Vereenigde Staten en dat der Alpen. Op onze bergen zijn waarnemingen gedaan die schijnbaar niet minder elkander weêrspraken. Men heeft, gesteund door het feit dat het hier veel vaker regent dan in de laagte, het voorbarige besluit getrokken dat de lucht hier minder droog zij. Zoo zien wij in oude zoowel als in nieuwe meteorologische werken het klimaat der Alpen bij de vochtige klimaten opgenoemd, terwijl de lucht hier inderdaad veel drooger is, waarvan zich ieder gemakkelijk op schoone dagen overtuigen kan. De omstandigheid dat men op de bergen veel minder vermoeid wordt dan in de dalen, moet voornamelijk daaraan worden toegeschreven.

„De oorzaak van die grootere droogte van het amerikaansche klimaat is ligt te raden. In Amerika zijn, even als in Europa, de heerschende winden de westelijken. Aan de kusten van Europa komen die winden aan beladen met de vochtigheid waarmede zij zich boven den oceaan verzadigd hebben, en daarom brengen zij gewoonlijk regen. In de Vereenigde Staten is het omgekeerde het geval. De westewinden komen dan eerst aan de atlantische kust, nadat zij over een geheel vast land gezweefd en op dien weg een groot deel hunner vochtigheid verloren hebben. Ook zijn zij slechts uiterst zeldzaam door regen vergezeld. Zij spelen daar dezelfde rol als bij ons de oostewinden, welke slechts droog en naar vochtigheid begeerig zijn omdat zij over het vasteland tot ons komen. Wij weten allen hoeveel ligter onze wegen en velden onder den invloed van den oostewind opdroogen, dan onder dien van den westewind. In Amerika zijn natuurlijk de ooste- en noordoostewinden, die bij ons zoo droog en koud zijn, zonder uitzondering door regen vergezeld. Die te New-York of in Nieuw-Engeland geweest is, kent maar al te goed het woeden van de veelvuldige stormen uit het noordoosten in het voorjaar.

„Het is nu de vraag hoe ver de invloed gaat welke zulke verschillende atmospherische verhoudingen op het leven van dieren en planten uitoefenen. Reeds Buffon heeft, bij eene vergelijking van de dieren en planten der nieuwe wereld met die der oude, op eene dubbele tegenstelling gewezen. Hij maakte opmerkzaam, dat

de dieren van het amerikaansche vasteland over het algemeen kleiner waren dan hunne geslachtgenooten van het oude — men vergelijke slechts den leeuw met den jaguar, den rhinoceros met den tapir, den kameel met de lama, — terwijl het omgekeerde met de planten het geval is. Hij besloot daaruit dat de nieuwe wereld voornamelijk voor het plantenrijk en de oude wereld voor het dierenrijk gunstig is.

„De geschiedenis der Vereenigde Staten is niet oud genoeg om ons zekere bescheiden op te leveren van de veranderingen, welke de dieren van de onderscheidene rassen, die er uit Europa ingevoerd zijn, daar onder den invloed van het klimaat ondergaan hebben. De mensch zelf verschaft ons hier de leerzaamste feiten.

„Bijna 230 jaren zijn er verloopen sedert de eerste kolonisten zich op de kusten van Nieuw-Engeland nederzetten. Het waren zoogenaamde dissenters, welke om de godsdienst hun vaderland verlieten, wijl zij eene grootere godsdienstvrijheid verlangden dan de anglikaansche kerk hun toestaan wilde. In elk geval waren het echte engelschen, met alle physieke en morele karaktertrekken van het engelsche ras. Thans, na naauwelijks twee eeuwen, is de bewoner der Vereenigde Staten niet meer eenvoudiglijk een engelschman. Hij heeft bijzonderheden die even zoo onmiskenbaar zijn als het niet ligt iemand invallen zal om duitsche gelaatstrekken met engelsche te verwisselen. In *één* woord, er heeft zich een *Yankee-* of amerikaansche *typus* ontwikkeld. Daar nu evenwel die typus niet het gevolg van eene overkruising der rassen zijn kan, wijl hij het meest uitgedrukt is in de oostelijke staten, dus juist dáár waar het ras het minst vermengd is, zoo moet hij wel het gevolg van uiterlijke invloeden zijn, onder welke wij aan het klimaat den eersten rang durven inruimen.

„Een physiologische trek van den amerikaan is zijn gebrek aan gezetheid. Men doorkruise de straten van New-York, Boston, Philadelphia, en onder 100 individuën zal men naauwelijks een ontmoeten die zwaarlijvig is, en van dien eenen zal men bovendien, in de meeste gevallen, nog vernemen dat hij een vreemdeling of van vreemde afkomst is.

„Wat ons bijzonder bij de amerikanen in het oog valt, is de lengte van den hals; men begrijpe mij wel: niet dat zij een' langeren hals hebben dan wij, maar hij schijnt slechts zoo, omdat hij dunner is. Van hunnen kant erkennen de amerikanen den europeaan gemakkelijk aan de tegenovergestelde kenteekenen. Het is mij meer dan eenmaal gebeurd dat ik, als ik mij met mijne vrienden over den landaard van personen onderhield, die wij op de wandeling ontmoetten, nog omtrent hunne afkomst twijfelde, terwijl de amerikanen gewoonlijk zonder beraad verklaarden: zie maar eens naar hun hals; nog nooit heeft een amerikaan er zoo een gehad!

„Dit zelfde geldt ook, en in nog hoogere mate, van het schoone geslacht, en, wat ons misschien verwonderen zal, verre van zich daarover te beklagen geeft men zich daar zelfs het voorkomen als of men er trotsch op was. Van daar dat tedere en etherische voorkomen dat men zoo zeer bij de amerikaansche dames roemt. Al beken ik gaarne dat er iets aantrekkelijks in dien typus liggen kan, welken de dichters, te regt of ten onregte, engelachtig noemen, zoo geloof ik toch niet te dwalen als ik denk dat onze europesche dames, hoewel zij een weinig steviger of vetter zijn mogen, toch geene mindere aanspraak op onze bewondering hebben.

„Het zoo even gemelde onderscheid tusschen europeanen en amerikanen is niet slechts een gevolg van eene geringere ontwikkeling van de spieren, het hangt evenveel, zoo niet nog meer af van eene verzwakking van het klierstelsel, en in dit opzigt verdient het de grootste opmerkzaamheid van den kant der physiologen, daar het, als gevolg daarvan, de vraag is: wat de toekomst van het amerikaansche ras zijn zal? De denkers hebben wel begrepen dat het zijne grenzen hebben moet met die bovenmatige tengerheid der vormen, en zij zijn daarom, in spijt van hunnen aangeboren afkeer van de ieren, die de grootste bijdrage tot de landverhuizers vormen, er verre van af om zich tegen de nederzetting van dat ras in hun land te verzetten. Immers, door de volheid hunner vormen en de voortreffelijkheid van hun klierstelsel, schijnen de ieren geschapen te zijn om den invloed van het

amerikaansche klimaat met goeden uitslag te kunnen weêrstaan. Men heeft werkelijk meer dan eens de opmerking gemaakt dat in Amerika de schoonste vrouwen uit ouders geboren zijn welke voor korten tijd uit Europa aangekomen zijn.

„Bovendien strekt zich die invloed van het klimaat niet slechts tot de generatiën uit, hij is zelfs in vele gevallen aan de individuën te bespeuren, als zij het eene vaste land met het andere verwisselen. Zoo zijn er weinig europeanen die in de Vereenigde Staten dik worden, terwijl amerikanen, die zich eenigen tijd in Europa ophouden, een in het oogloopend gezond en welgedaan voorkomen verkrijgen. Even zoo is het somtijds ook met europeanen, welke na een lang verblijf in de Vereenigde Staten naar Europa terugkeeren. De schrijver dezer regelen kan het beste bewijs daarvan geven.

„Als het bewezen is dat de groote droogheid der lucht, op overigens geheel gelijke breedten, zulk een merkwaardig verschil verwekken kan, waarom zou men haar dan niet een' gedeeltelijken invloed op andere, meer ingewikkelde, maar minder van uitwendige omstandigheden afhankelijke zaken, toekennen? Daarom ten slotte nog iets over het onderscheid, dat men uit een zedelijk en uit een aesthetisch oogpunt tusschen amerikanen en europeanen waargenomen heeft.”

„Daar is geen europeaan die, als hij te New-York, Boston of Baltimore aan wal kwam, niet verrast geworden is door de koortsachtige drukte, welke daar aan alle kanten in het oog valt. Iedereen heeft haast; de menschen op de kaden en trottoirs loopen meer dan dat zij gaan. Als twee vrienden elkander op straat ontmoeten, drukken zij elkander slechts even de hand; zij hebben geen tijd om te praten. Het is waar, men ziet iets dergelijks ook in de havens en groote steden van Engeland, maar de drukte der engelschen schijnt meer met overleg te geschieden; die der yankees is meer uit instinkt, is meer een gevolg der gewoonte en van een natuurlijk ongeduld, dan van de noodzakelijkheid. Daardoor komt het dat zij zich veelal bij gelegenheden verraadt, als zij in 't geheel niet te pas komt. Men heeft den amerikanen met regt

verweten dat zij zich niet den tijd om te eten gunnen. Bij lieden die zaken hebben zou dat te begrijpen zijn, als men niet wist dat het een algemeen, als 't ware endemisch geworden wangebruik is. Dit is zóó waar dat zelfs passagiers aan boord der schepen, die gewoonlijk volmaakt niets te doen hebben, toch even veel haast als de amerikanen toonen om de tafel weder te verlaten. Slechts met moeite is het op badplaatsen gelukt dat ongeduld een weinig te beteugelen; doch men heeft ook zijne toevlugt tot den magtigsten hefboom moeten nemen, men heeft namelijk moeten laten merken dat die vliegende haast een vergrijp tegen den goeden smaak was.

„Eene zoo algemeene onrust moet noodzakelijk haren oorsprong in eene algemeene oorzaak hebben. Ofschoon wij nog geen stellig bewijs hebben voor den invloed dien eene meerdere of mindere vochtigheid van de lucht op het zenuwstelsel heeft, zoo meenen wij ons toch niet te bedriegen, als wij die groote zenuwachtige prikkelbaarheid van de bewoners der Vereenigde Staten aan de droogheid van het amerikaansche klimaat toeschrijven. Zou men, tot ondersteuning van dit gevoelen, niet de, wel is waar niet zoo aanhoudende, maar even zoo standvastige uitwerking, welke de noordewind bij ons voortbrengt, kunnen aanvoeren? De noordewind [1] staat in zijne uitwerkselen gelijk aan den noordwestewind in Amerika, zoo als wij boven gezien hebben, hij is de vastelandswind, en wij weten allen hoe uitdroogend hij is. Maar daartoe bepaalt zich, gelijk de lezer weten zal, de invloed van den noordewind niet: zijne uitwerkselen zijn van meer algemeenen aard. De bewoners van het Jura-gebergte weten maar al te goed, hoe dat hij op de zenuwen en op de gemoedsgesteldheid een' zoo sterken indruk maakt dat zij, als de noordewind een tijd aaneen waait, zekere inwendige onrustigheid en eene geprikkeldheid bespeuren, die niet zelden in kwade luim overgaat; en misschien is het in vele streken gangbare spreekwoord, dat de

[1] De schrijver dezer regelen woont te Neufchatel in Zwitserland, waar de noordewind ongeveer dezelfde rol speelt als de oostewind bij ons.

noordewind booze vrouwen geeft, niet ongegrond. Zoo zijn wij in zulk een' tijd ook minder op genot gesteld en hebben minder behoefte aan prikkelende middelen; daarom maakte een goed opmerker de aanmerking dat men nooit, gedurende het waaijen van den noordewind, zijne vrienden bij zich te dineren noodigen moet.

„Als nu echter die drooge wind bij ons, waar hij toch slechts bij uitzondering waait, zulke duidelijke uitwerkselen heeft, dan is het te begrijpen dat zijn invloed nog veel grooter moet zijn in een land waar hij de heerschende wind is, zoo als langs de atlantische kusten der Vereenigde Staten het geval is. Zouden wij ons bedriegen als wij beweren dat men aan die omstandigheid ook de veel verderfelijker uitwerking van sterke dranken in de Vereenigde Staten toeschrijven moet? Het is een wel bekend feit dat de europeanen, en vooral de engelschen, welke te huis gewoon zijn om wijn en sterke dranken te drinken, zonder er last van te hebben, genoodzaakt zijn, zoo niet daarvan af te zien, ten minste om zich belangrijk daarin te matigen, als zij naar Amerika verhuizen. Aan die ondervinding is het te danken dat de matigheidsgenootschappen een' zoo grooten invloed op de wetgeving van onderscheidene staten hebben verkregen, en maatregelen hebben kunnen doen nemen die, bij ons ingevoerd, wel velen onzer hevigste conservatieven in revolutionairen zouden veranderd hebben.

„Hoewel schijnbaar koel, zijn de amerikanen toch veel prikkelbaarder van aard dan de europeanen. Hunne gevoeligheid is tot een spreekwoord geworden. Kan men daarom zeggen dat zij slechter of ongeduldiger zijn dan wij? Volgens de theorie moesten zij dat zijn, en zij zouden het misschien ook zijn, als zij zich niet reeds vroegtijdig voor de onaangename gevolgen eener zoo groote zenuwachtige prikkelbaarheid beveiligd hadden, door met veel meer oplettendheid dan wij, elke opwelling van ongeduld te onderdrukken. Die in de Vereenigde Staten gewoond heeft, weet hoe zorgvuldig men den kinderen, reeds van jongs af, in de kunst van zelfbeheersching oefent. Zoo komt het dat het prikkelbaarste volk der aarde, zich als het meest aan orde gehechte voordoet. Immers

de vrijheid is daar in zulk een' hoogen graad slechts mogelijk, omdat iedereen zich vroegtijdig aangewend heeft om zijne hartstogten te beteugelen. Om op dat pad te blijven is er in Amerika geen politie noodig: als de amerikaan zich toevallig eens vergeet, dan is de openbare meening daar, om hem terstond in de palen der welvoegelijkheid terug te wijzen. Vandaar is het een bewijs van verregaande onwelvoegelijkheid, voor iemand die op den naam van *gentleman* aanspraak maakt, als hij zich tot toorn of misschien wel tot gewelddadigheden laat vervoeren. Daarom kunnen de amerikanen het ook niet genoeg herhalen, wat waarlijk maar al te waar is, dat, als twee personen op straat met elkander vechten, men bij voorraad verzekerd kan zijn dat het ieren of duitschers zijn.

„De hemel beware ons echter om uit al het genoemde het besluit te willen trekken: het geluk en de vrijheid van een land zijn slechts de gevolgen van zijn klimaat! Het voorbeeld van Engeland, met zijn klimaat dat juist het tegenovergestelde is van dat van Amerika, zal genoeg zijn om ons te wederleggen. Maar wij gelooven aan den anderen kant, en kunnen het door het voorbeeld van de Vereenigde Staten bewijzen, dat de grootheid van een volk niet zoo bij uitsluiting van zijne staatkundige instellingen afhangt als men dikwijls meent. Het klimaat der Vereenigde Staten maakte bepaalde grondslagen van de opvoeding noodzakelijk, en heeft misschien juist daardoor de buitengewone ontwikkeling van het amerikaansche volk gemakkelijk gemaakt, onder omstandigheden die anders voor zijn geluk, en vooral voor zijne vrijheid, verderfelijk hadden kunnen worden."

Bij zulke schilderingen van den invloed van het klimaat mogen wij niet aan „kleine oorzaken — groote gevolgen" van ZSCHOKKE denken. De oorzaken hebben eene reusachtige grootte; de oorzaken en de gevolgen beide ontsnappen slechts daarom dikwijls aan onze aandacht, omdat wij nalatig zijn om over de duizenderlei menigvuldige bijzonderheden van ons leven heen en naar algemeene waarheden uit te zien. En toch helpt het ons, om onze rol in het leven duidelijker te begrijpen, achter de schermen en

in het mechanismus te zien van het groote schouwtooneel, waarop wij anders slechts de rol van figuranten zouden spelen.

De vroeger reeds vermeldde *Physical geography of the sea* door Maury wijst, meer bepaald dan ooit voor hem geschied is, een omloop van de luchtzee aan, die door de warmte en misschien ook door het magnetismus der aarde, aan vaste regelen gebonden is, en door welken omloop het waterdampgehalte der lucht op bepaalde wegen over den aardbol verspreid wordt. Van de regelmatigheid van dien omloop is de ons reeds bekende hoeveelheid van het nedervallende water, voor eene bepaalde oppervlakte ten minste, in het algemeen afhankelijk. Wij leerden reeds ten opzigte van de zuurstof en het koolzuur de wederkeerige betrekking van het dieren- en plantenrijk tot elkander kennen (zie bladz. 39) en thans moet het ons in het oog vallen, dat in onze gematigde noordelijke zone de winter dat evenwigt verbreken moet, omdat hij het plantenrijk, hetwelk het koolzuur verteert, doet insluimeren, en er toch, juist door die winterrust, eene zeer verhoogde ontwikkeling van koolzuur moet geschieden. Gedurende den winter moet dus het zware koolzuur zich in de benedenste luchtlagen, ten nadeele van dieren en menschen, verzamelen. Maar de onafgebrokene beweging, de omloop van de luchtzee verhoedt dat, en (waaraan Liebig in zijne *Chemische Briefe* misschien een te groot gewigt hecht, daar, volgens de eudiometrische waarnemingen van von Humboldt, het zuurstofgehalte der lucht onveranderlijk is) brengt tevens uit de tropische landen, die alsdan in heerlijken plantentooi prijken, de zuurstof naar onze oorden.

De aequator verdient zijn naam niet slechts als verdeeler van den aardbol in twee gelijke poolshelften, maar ook, gelijk wij in fig. 4 gezien hebben, als verdeeler van dezen omloop van den dampkring in twee gelijke helften. Boven den aequator, waar wij de plaats van de grootste verdamping van water vonden, zweeft, zoo ver de aarde hier door de zee bedekt is, een gordel van wolken. Eeuwig en onveranderlijk aanwezig is die gordel, gevoed als hij wordt door eene ontzettende hoeveelheid van, door de gloeijende zonnestralen, in damp opgelost zeewater. Onder dien wolkengordel

ligt de gordel der aequatoriaal-doldrums of stilten, welke bij alle zeevaarders in den slechtsten reuk staat. MAURY deelt ons de volgende bladzijde mede, uit het in 1817—1818 bijgehoudene scheepsjournaal van den amerikaanschen *commodore* ARTHUR SINCLAIR:

„Deze is zekerlijk eene der onaangenaamste streken van onze aarde. Eene dikke, zoele atmospheer rust op den oceaan en koelt slechts een weinig af tijdens en eenige uren na een onweder, gedurende hetwelk stroomen van regen vallen; maar eene gloeijend heete zon verhit de lucht spoedig weder, die bijna onverdragelijk zijn zou, als het over het dek uitgespannen zeil, en het fladderen der zeilen niet eenige koelte gaven. Hij, die deze streek niet doorkruist heeft, kan zich van hare hoogst onaangename uitwerking op het menschelijke organismus in 't geheel geen denkbeeld maken. Men gevoelt eene onweêrstaanbare matheid, welke zelfs door zeebaden — die anders altijd zoo heilzaam en verfrisschend zijn — niet overwonnen kan worden. Ik heb — de uren van werkelijk gevaar om schipbreuk te lijden niet medegerekend — nimmer twaalf onaangenamere dagen in mijnen geheelen diensttijd doorgebragt dan op deze breedte der windstilte.

„Wij passeerden de linie den 17den Januarij 's morgens te 8 uur, op 21° 20′ W.L., en weldra waren alle onaangenaamheden dier dagen vergeten. Een steeds frisscher wordende zeebries koelde ons af, trok naar het Z. O. om, en bragt ons een heldere hemel en eene hemelsche temperatuur, welke ons boven alle beschrijving versterkte en opfrischte. Men zag niets dan vrolijke aangezigten, die, als door eenen tooverslag, in de plaats kwamen van de slaperige traagheid, welke ons allen gedurende de twee laatste weken ter neder gedrukt had."

Deze schets van den onweêrstaanbaren en magtigen invloed van eene met water verzadigde lucht, is niet van een' landbewoner, die onder eene gematigde luchtstreek gewoon is te leven, en dus voor elke ongewone afwisseling der temperatuur zoo buitengewoon gevoelig is, maar het is van een' geharden zeeman, die dien invloed als onverdragelijk afschildert.

Bovendien is het de zeeman, die de meeste kennis krijgt van het bewonderenswaardige mechanismus, waardoor de luchtzee de afwisselingen van het weder op aarde bewerkt, meer dan wij, bewoners van het land, ons verbeelden kunnen. Wij zien slechts den wolkenwagen waarin het klimaat, zijne zegenrijke gaven uitstrooijende, door de lucht zweeft, en zijn vlug voorspan, de winden, welke wij genegen zijn om te beschouwen als teugellooze paarden die naar alle zijden heen hollen. Wel heeft MAURY gelijk, als hij zegt, dat hem van alle deelen der groote inrigting die men de wereld noemt, de dampkring met zijne menigvuldige werkzaamheden en zijne betrekking tot het geheele organismus der aarde, als het wonderbaarste en verhevenste toeschijnt.

Omstreeks den tijd van den zonnestand verschuift zich deze wolkengordel allengs tot naar de twee buitenste randen van eenen 20° breeden ring, namelijk van 5° Z.B. tot 15° N.B. en brengt zoo, nu eens ten zuiden, dan weder ten noorden van den aequator, den tropischen regen. Die wolkengordel is echter ook tevens het groote drijfrad van het klimaatbereidende werktuig, dat de dampkring voor de geheele aarde is. „Als wij vragen," zegt MAURY, die zich hierbij van eene zeer gepaste vergelijking bedient, „welke diensten de wolkenring, die de aarde omgeeft, in het systeem van het leven van den oceaan bewijzen moet, dan mogen wij antwoorden: hij is de linker helft van het atmospherische hart waar de warmte en de krachten, die het geheele ligchaam levensvatbaarheid en magt geven, beginnen te vloeijen, waar de dynamische sterkte opgezameld en aan de lucht den aanstoot gegeven wordt, waardoor zij in staat is om door hare lange en dikwijls gekronkelde omloopsbuizen te stroomen."

De waterdampen, welke dezen standvastigen wolkenring vormen, komen ten deele van weerskanten uit de passaatstreken, doch grootendeels uit den watergordel, die er onder gelegen is; zij stijgen opwaarts en zetten zich uit. In de hoogere luchtlagen worden zij nu gedeeltelijk naar het noorden en het zuiden weggevoerd, en gedeeltelijk vallen zij als regen weder op den windstillen gordel neder.

Wij herinneren ons nu, dat er jaarlijks tusschen de keerkringen eene waterlaag van 16 voet dikte verdampt, en wel vooral uit die tot een geheel verbondene watervlakte, welke men de Stille zee en de Indische zee noemt, en die de helft van de oppervlakte der aarde beslaat. Volgens Alexander Keith Johnston vallen er jaarlijks omstreeks 1910 kubieke mijlen regenwater. Drie vierden van den daartoe noodigen waterdamp komt voort uit het bekken van de Stille- en de Indische zee. Stellen wij ons nu levendig die ontzettende hoeveelheid regen voor den geest, en vergeten wij niet dat de opklimming daarvan in de lucht onafgebroken als onzigtbare damp plaats vindt, in welken vorm die 1910 kubieke mijlen regenwater eene 1700 maal grootere ruimte innemen — dan kunnen wij begrijpen, dat er door die groote oorzaken, niet slechts in den dampkring maar ook in den oceaan, eene menigte stroomen moeten opgewekt worden, op welke laatsten wij in dat hoofdstuk, hetwelk meer bepaaldelijk aan de zee zal toegewijd worden, onze opmerkzaamheid zullen rigten.

In betrekking tot dat verdampingswater van de zee is dat van het vaste land slechts gering. In sommige gedeelten der aarde staat het verdampen en het nedervallen van water in evenwigt. Daartoe behoort b. v. de landstreek waarin de Kaspische zee ligt. De onveranderlijkheid van haren waterspiegel bewijst dat zij het verdampende water steeds weder terugkrijgt, en de omstandigheid dat er uit deze landstreek geene rivieren naar zee vloeijen, toont aan, dat zij ook geen overvloed van nedervallend water ontvangt. Daarentegen overtreft in het stroomgebied der groote stroomen de nedervalling de verdamping, want al het water dat uit die stroomen in zee vloeit, is als het overschot van het nedergevallene water te beschouwen, dat van het aangevoerde verdampingswater der zee afkomstig is. De groote woestijn van Sahara diene als een voorbeeld van eene landstreek waar beide, nedervalling en verdamping, en met die beiden ook plantengroei en dierenleven ontbreken.

Met de toenemende kennis aan de vaste banen der luchtstroomen moet ook de kennis toenemen aan de afkomst van het atmos-

pherische water dat nedervalt, zoodat wij tegenwoordig met wetenschappelijke waarschijnlijkheid in vele gevallen weten waar vandaan wij den regen krijgen, die als onzigtbare waterdamp, in den vorm van wijd en breed den hemel bedekkende wolkenlegers, uit verre streken tot ons overgedragen wordt. In het algemeen genomen komt de regen die op de noordelijke gematigde en koude zonen valt, uit de zuidelijke passaatstreek. De door fig. 4 (bladz. 53) verduidelijkte theorie van den omloop der luchtstroomen, van MAURY, welke door haren scherpzinnigen ontwerper nog verder ontwikkeld is geworden, vindt hare bevestiging in vele plaatselijke verhoudingen.

Bij den invloed der warmtegraden op de verdigting van den waterdamp der lucht, vertoonen ook hooge en lange bergketenen een' niet minderen invloed op het klimaat der landen, een' invloed die zich somtijds over eene groote uitgestrektheid gevoelen doet. Wat de zuid-amerikaansche Andes in dit opzigt uitwerken is ons reeds bekend. De zuidoost passaatwind, die met water verzadigd van de zee komt, geeft zijn laatste overschot van vochtigheid, wijl hij aan de oostzijde der met ijs bedekte Andestoppen afgekoeld is, hier volkomen af, nadat hij haar reeds grootendeels op de zacht naar het oosten afhellende vlakten verloren had. Ten westen van de Andes stort de verkoelde en uitgedroogde luchtstroom naar beneden, over het gebied van Chili en Peru, waar slechts aan de oevers van de kleine rivieren, die van de Andes afvloeijen, zich een rijke plantengroei ontwikkelen kan. Uit deze bekende omstandigheid neemt de reeds dikwijls genoemde geleerde amerikaan aanleiding, om eenen lichtstraal te kunnen werpen op een gebied, waarop men van hem geene voorlichting verwachten zou. De Andes, namelijk, vertoonen in de gesteenten hunner kruinen versteeningen van zeedieren, waardoor men de zekerheid verkrijgt dat zij eenmaal, niet als hemelhooge bergtoppen oprezen, maar als bodem van de zee door water bedekt waren. Met dit ongetwijfeld zeer gegronde gevoelen hangt ook de gevolgtrekking te zamen, dat, vóór de aanwezigheid van deze magtige bergketen, alle achter haar liggende landen (naar de windrigting gerekend) een vruchtbaar klimaat moeten gehad hebben. Zeer waarschijnlijk

is dit de sleutel van het raadsel, dat ons zulke versteeningen opgeven, welke wijzen op een heet klimaat toen zij leefden, en toch in de rotsen van thans gematigde, of zelfs thans koude zonen gevonden worden. Het oprijzen van eene bergketen was genoeg om de rigting van den wind, en dus ook om de vochtigheid en de warmte te veranderen, en gevolgelijk om met de verandering van het klimaat eene verandering in het planten- en dierenrijk te veroorzaken. Zulk een geval bestaat er ook aan een gedeelte van de noordelijke grens van Bohemen, in den Elnbogener kreits, waar de overblijfselen van planten in een uitgestrekt bruinkoolbekken, duidelijk op een heet klimaat wijzen.

Nevens dezen zamenhang in het groot tusschen de verwijderdste deelen der aarde, ten opzigte van het klimaat, heeft men ook beproefd om, in verhouding, kleinere veranderingen en storingen in het gebied der luchtzee, met klimaatveranderingen in verband te brengen, die honderde mijlen van daar verwijderd geboren worden. Hevige uitbarstingen van vulkanen in de tropische zone versterken het stroomen van den bovensten passaatwind, en men heeft meer dan eens getracht om groote regenvlagen in Frankrijk en Duitschland, met tropische orkanen en vulkanische uitbarstingen in verband te brengen.

Behalve aan de passaatwinden als voornaamste drijfveren van de beweging van het atmospherische water, moet er ook aan de moussons of mousoons een aandeel in het vormen van het klimaat toegeschreven worden. Zij waaijen voornamelijk in de nabijheid van den aequator, digt bij den gordel der aequatoriaalstilte, in de Indische zee en den Atlantischen oceaan, en in de groote inhammen aan beide zijden van Midden-Amerika. Gelijk men de moussons op de windkaarten duidelijk als aan het vaste land en de groote eilanden verbonden afteekent, zoo ligt ook de kracht, die hen voortbrengt, op het gebied van het land. Groote massaas land, welke nabij den poolrand van de passaatgordels liggen, en door eene gloeijende zon bestraald worden, dwingen de passaatwinden als 't ware om terug te keeren, daar dezen in de ruimte nederstorten, uit welke, boven die landen, de lucht door

de hitte verdund, steeds opstijgt. Op gelijke wijze werken de heete arabische woestijnen op de windrigting, zoodat men haren invloed tot in Oostenrijk gevoelen kan. De zuidoostpassaat is echter voor dien omkeèrenden invloed van verhitte landstreken beveiligd, en in tegendeel moet de aantrekkingskracht van de groote massaas land, welke aan deze zijde van den aequator gelegen zijn, eene verhaasting van den zuidpassaatwind verwekken, waardoor het weder verklaard kan worden dat deze den aequator en den noordoostpassaat overspringt.

Doch deze weinige blikken in eene bijna nog nieuwe wetenschap, de natuurkundige beschrijving van de zee, mogen vooreerst voldoende zijn om ons een maatstaf aan de hand te geven voor de waardeering der, beteekenis van den regelmatig stroomenden en met waterdamp gevulden dampkring, en tevens om den invloed van het water op het klimaat te kunnen afmeten.

Wij hebben reeds meermalen opgemerkt dat de klimaatwijzigende invloed van de warmte en vochtigheid der lucht, door bergketenen voor de landen die in de streek van den wind liggen, bepaald wordt, en wij leerden als treffend voorbeeld daarvan de Andesketen van. Zuid-Amerika kennen. Een blik op eene kaart van Europa, welke de hoogte der landen boven de zee duidelijk aantoont, zal ons in dit opzigt veel stof tot leerrijke en onderhoudende beschouwingen aanbieden, als wij namelijk daarbij aan de bekende, bij ons heerschende regenwinden uit het zuidwesten denken.

Als de bergruggen hoog genoeg zijn om eene hindernis voor de lagere luchtstroomen te worden, dan leiden zij niet alleen dezen veeltijds van hunne baan af, maar zij oefenen ook, vooral als zij met bosschen begroeid zijn, een' afkoelenden invloed uit, door de verdampingskoude welke het steeds water uitwasemende loof der boomen voortbrengt. Daardoor worden de winden genoodzaakt een deel van hunnen waterdamp, als daauw of regen, te laten vallen. Op deze wijze wordt een met bosschen voorzien gebergte, door het vormen van bronnen, een zegen voor den omtrek. Is daarentegen een hoog gebergte onbegroeid, dan kan het ook wel

aan de wolken, die over zijne kruinen heen trekken, water ontnemen, maar dit vloeit alsdan langs de kale rotsen, in honderd kleine, vallende beekjes naar beneden, en geeft in 't geheel geen voordeel aan de dalen, maar rigt zelfs verwoestingen aan, daar het de bouwaarde der akkers met zich medesleept, of wel hen met zand en grind overdekt.

Hierin ligt het groote belang van de bergbosschen ten opzigte van het klimaat: zij bewaren het water als eene zorgvuldige huismoeder hare have en goed. Honderdmaal hebben wij ons overtuigd dat zelfs beschaafde menschen dat groote belang van de bosschen niet kennen, of ten minste niet achten.

In het hout, dat het bosch oplevert, ligt waarlijk zijne grootste belangrijkheid niet. Dat hout kan men, al is het ook met opoffering van geld, van andere plaatsen halen, of men kan het door andere stoffen vervangen. De houtkweeker is niet als houtveller, maar als houtplanter en houtverzorger een gewigtig lid der burgerlijke maatschappij.

Op eene andere plaats [1] hebben wij getracht om de belangrijkheid van het bergbosch te schilderen, bij gelegenheid dat wij, vóór eene nadere beschouwing der mosvormen, over de mossen in betrekking tot de huishouding der natuur spraken. Zoo klein de mossen zijn, zoo groot is de dienst dien zij, in digte drommen geschaard aan den voet der opgaande stammen, bewijzen moeten. In vereeniging met heideplanten en braambessenstruiken vormen zij de bedekking van den grond onzer bergbosschen, welke de denkende houtkweeker voor de begeerlijke handen des landbouwers tracht te beschermen. Wij veroorloven ons hier die plaats aan te halen, daar zij misschien geschikt is om die zoo dikwijls over het hoofd geziene verhouding duidelijk te maken.

„De mossen zijn de kleine voorwaarden voor de bewoonbaarheid van geheele provinciën. Zoo gewigtig zijn zij! Men bezoeke de hoogten onzer duitsche met hout begroeide bergen om dat te begrijpen. Het is het mostapijt van het met planten begroeide gebergte.

[1] *Flora im Winterkleide, Leipzig*, bij H. Costenoble p. 92.

dat de beken die er in ontspringen, en de rivieren die zij vormen, voedt, daardoor de planten in de dalen, en door deze menschen en dieren in het leven houdt. Het is mogelijk dat dit velen als eene overdrijving voorkomt. Maar niemand zal dit meer voor eene overdrijving houden als hij het slechts eenmaal wagen wil om een' plasregen door te staan, in eene schilderachtige bergkloof van het Hartzgebergte, het Schwartzwald, het Ertzgebergte, of het Thuringerwald. Ik wenschte hem dan te brengen op eene steile helling, aan welker voet een beekje ons tegenmurmelt, waar oude pijnboomen en dennen hunne wortelen, tusschen de losse steenblokken, in de zijden van den berg drijven om zich voor het naar beneden storten te beveiligen; waar alles met prachtige moshoopjes bedekt is, rotsbrokken en boomwortelen en die weinige plekken van de helling waar geene steenen op liggen. Daar wenschte ik met hem een' regt krachtigen bergregen door te staan, al maakte hij ons ook door en door nat. Daarna zou ik hem vragen willen: ziet gij nu, rondom u en onder u, wel eene merkbare verandering? De beek daar beneden is naauw merkbaar gezwollen. Het regende toch geducht: maar zoo ver gij de helling, waartegen wij aanleunen, en de tegen ons over liggende rotsen overzien kunt, is het nog alles zoo als het vóór den regen was. Maar verbeeld u nu eens dat de helling kaal was. Door de beken, die de regen deed geboren worden, zoudt gij geweldige massaas van den grond naar beneden hebben zien spoelen, menige boom ware misschien medegesleept, en in weinige jaren zouden er nog slechts kale rotswanden over zijn; terwijl nu de oude den, die ons nog een weinig voor het geweld van den stortvloed beschutte, in honderd jaren hier rustig tot dien schoonen en krachtigen boom opgeschoten is. Die kleine, fraaije plantjes zijn vredestichters tusschen den hemel en de aarde. Als de regen in stroomen nederstort, als wilde hij de rivier die door het rooijen van bosschen verarmd is, in eens weder tot hare vorige kracht terugvoeren, dan roepen de mossen hem bedarend toe: zachtkens toch, gij woesteling! en werpen zich tusschen hem en de bedreigde aarde. Zij vangen de wateren des hemels op in hunne millioenen

sierlijke armen van loof, en breken hun geweld, zoodat zij slechts druppelsgewijze door die mosnetten heengaan kunnen, en de aardbodem gemakkelijk opzuigen kan wat hij noodig heeft; dat wat er meer is zakt dan sijpelend, van steen tot steen, onder het moskleed af naar beneden in de beek die het verzamelt.

„En vallen dan in den zomer de dorstige zonnestralen op dien bergwand, zoodat het oude hars van den dennenstam weder vloeibaar wordt, dan zijn het wederom de mossen die zich tusschen de zon en de aarde werpen, en nooit dulden dat de verdorrende gloed diep in het aardrijk doordringe.

„En ook met den wind doen zij zoo. Waar het mos ontbreekt, daar veegt de storm ratelend het dorre gebladerte bij een, en jaagt het naar beneden in het dal, en droogt den grond ellen diep uit. Maar de mossen vangen in hunne tusschenruimten de naalden en bladeren, welke van de boomen afwaaijen, op, en houden die vast, en weven zich met hen tot een beschermend kleed voor den voet der gewassen."

Na deze schildering, die geenszins overdreven is, maar letterlijke waarheid bevat, en die ons het belang van de bosschen der bergen, en ten gevolge daarvan, de vruchtbaarheid eener landstreek duidelijk bewijst, geven wij hier nog een paar voorbeelden om den invloed van de bewatering van eene landstreek, door middel van bronnen die in de bosschen geboren worden, aan te toonen.

De spaansche provincie Murcia staat algemeen bekend als een dor, afrikaansch klimaat te bezitten, en wordt daarom door de meeste vreemde reizigers veelal vermeden. Al moge dat ook in vele gedeelten de waarheid zijn, er zijn toch ook bij uitstek vruchtbare vlakten, in welke men zich verbeelden kan naar tropische landen overgevoerd te zijn. Uit de digt met geboomte begroeide Sierra de Segura stuwt de Rio Segura zijne wateren, die eerst helder zijn maar steeds meer en meer troebel worden, naar een dal van verscheidene vierkante mijlen grootte, dat volkomen effen als eene tafel is, en welks vette alluviaalbodem het water eindelijk met eene kleur als van leem verwt. Naauwelijks in het dal aangekomen moet de vloed, links en regts, een groot gedeelte van zijn

water in een veel vertakt net van bewateringskanalen uitgieten, zoodat, in den letterlijken zin, elke voetbreedte der ruime vlakte haar aandeel verkrijgt van de weldadige vocht-uitdeeling, als het volgens de wet hare beurt wordt. De gelijkenis is volkomen waar, als men zulk eene spaansche *vega* of *huerta* (tuin) met het aderennet van een boomblad vergelijkt, waarbij de wateraanbrengende stroom, welke de geheele vega doorloopt, de hoofdnerf uitmaakt. In de eerste dagen van April vond ik, in den warmen zonneschijn, reeds heerlijke tarwevelden in bloei, en in November zou ik, als tweede oogst, rijpe maïs gevonden hebben in de stoppels der tarwe. Granaat- en vijgeboomen, dadelpalmen, oranje- en citroenboomen, en eene menigte van boomen en heesters die in warme landen te huis behooren, beschaduwden den groenen moestuin met een hier niet schadelijk loofdak, of staken hoog boven de muren van betooverend schoone tuinen uit. Verrukt over dien heerlijken plantengroei werd ik toch, na eenigen tijd, met bange zorg vervuld voor dit paradijs, want ik had gehoord dat er hier geenszins op atmospherisch water te rekenen viel, en dat er noch in de groote en rijke stad Murcia, waar men slechts gezuiverd Segurawater drinkt, noch in den omtrek uren in het rond een put, veel minder eene beek was te vinden, — en dat men in den jongsten tijd de bijl aan den voet der bosschen van de Sierra de Segura, en dus aan de bron van de levensader der *vega* gelegd had. Aan een hooggeplaatst persoon had men voor een' goedkoopen prijs een millioen stammen op den wortel verkocht, en gelijk iedereen meende — tot mijne onbeschrijfelijke verwondering — zou men, met onbegrijpelijke zorgeloosheid, die handeling weldra herhalen. En naast het heerlijke beeld van het thans bestaande paradijs, vertoonde zich aan mijnen geest een vreesverwekkend spooksel. Ik zag dezen tuin, waarin 80,000 menschen een gelukkig leven leiden, verwoest. Ik zag de trotsche paleizen der rijke murcianen door de armoede bewoond. Dit m o e t gebeuren als de Sierra de Segura van bosschen ontbloot en de Rio Segura opgedroogd zal zijn. In het zuiden van Spanje heb ik vele, vooral eerst in de laatste eeuw, verdroogde rivieren gezien, aan

welker oevers niets van den voormaligen zegen overgebleven was dan de dorre velden, die in een' beteren tijd ontgonnen en vlak gemaakt waren.

Weinige weken later vond ik mijn droevig voorgevoel op eene andere plaats reeds bevestigd. Een uur ten zuidwesten van Murcia gaat de straatweg, in de Montaña del Puerto de Cartagena, over de bergketen die misschien nergens hooger dan 1500 voet is, en de murciaansche vega ten zuiden begrenst. Als men over de hoogten getrokken is, komt men in eene slechts door kleine heuvelen afgewisselde vlakte, die veel op de vlakte van Murcia gelijkt, wat de aard van den grond betreft. Ik kreeg echter tot aan Cartagena, op den zuidoostelijken uithoek van Spanje, waarheen mij mijn weg na zes uur rijdens voerde, geen ander water te zien dan dat in mijn glas, in de eenige *venta* van die uitgedroogde vlakte. De akkerbouw was van de luimen van een' regenloozen hemel afhankelijk; en ik twijfelde of een duitsche boer wel aan die schrale halmen, met de slechte spaansche akkergereedschappen, zijne vlijt zou willen betoonen. Toen de carthagers hier hun Carthago nova stichtten, zal het er wel anders uitgezien hebben! In den naasten omtrek van Cartagena zal het ook nog vóór eene halve eeuw wel beter geweest zijn; want een vriend verhaalde mij te Murcia, dat hij de Sierra de Cartagena, uit tallooze heuvelrijen bestaande, nog met bosschen bedekt gekend had. Thans kan men zich daar geen wandelstok meer snijden, en geen druppel water loopt er door de honderde groeven van de heuvels naar beneden in het dal. Verder noordwestwaarts reizende kwam ik omstreeks Almazarron in de rotsige esparto-vlakten, waardoor de romeinen aanleiding zullen gekregen hebben, om hunne verovering als Cartago Spartaria te betitelen.

Dáár, in het zuiden van Spanje, gaat den duitscher een licht op over de belangrijkheid van zijne bosschen!

Al kan het nu ook in het noordelijker gelegene Duitschland niet ligt zoo erg worden als in het gloeijende zuiden van Spanje, onder dergelijke omstandigheden kan het toch, ja moet het ook daar slecht genoeg afloopen.

Den magtigen Rijn van zijne vele groote en kleine aanvoerende stroomen te berooven, schijnt velen eene hersenschim. Als men echter niet geheel het oog sluit voor de waardering der betrekking tusschen oorzaken en gevolgen, en als men de magt van den tijd niet vergeet, die door het kleine druppeltje den steen uitholt, dan moet men in de vermindering der bronnen eene benadeeling ook van de grootste stroomen zien. Gelukkig liggen de bronnen van den Rijn grootendeels buiten het bereik van den mensch, want de belangrijkste zijner bronnen in Zwitserland zijn bergijsbeken, met welke wij ons in het volgende hoofdstuk bezig zullen houden. De Donau loopt meer gevaar dan de Rijn, daar hij slechts bergijswater ontvangt uit de 55 bergijsmeren die den Inn voeden, welke ook bij zijn overgaan in den Donau, bij Passau, veel breeder is dan deze; terwijl diens overige aanvoeren van water uit gebergten, met bosschen bedekt, afkomstig zijn.

Veel afhankelijker van de menschelijke handelingen zijn de naar het noorden stroomende rivieren van Duitschland van den tweeden en derden rang, b. v. de Elbe, de Weser en de Oder en hare kleinere bij-rivieren. Zij hangen met duizend kleine bronnendraden van het wel gedijen der duitsche bergbosschen af. Men moet dikwijls ver honderde kleine, met hout bewassene bergkloven indringen, om die afhankelijkheid goed te begrijpen.

Wij herinneren aan allen die de duitsche bergen met hunne bosschen kennen, hoe geheel anders zich daar de waterige luchtverhevelingen voordoen als in ruime, aan boomen arme vlakten. Uit die vlakten ziet men, soms weken aaneen, eene laag wolken boven de bergbosschen zweven, terwijl boven de vlakte de hemel helder is. Gedeeltelijk zijn het de bergbosschen zelve, welke door wateruitwaseming die wolken vormen, gedeeltelijk zijn zij het ten minste waardoor die wolkenvorming hier als geboeid wordt.

Gelijk straks in een ander opzigt zoo dient Spanje, op vele plaatsen, ook als voorbeeld van den toestand van een land met bergen die niet door bosschen bedekt zijn, bij hevige regenvlagen en ten tijde van het smelten der sneeuw. Het spreekwoord „zoo gewonnen, zoo geronnen," drukt dien toestand volkomen uit. Wij

leerden hem reeds vroeger (zie bladz. 113) door eene kleine schildering kennen. Vele, zelfs aanzienlijke rivieren van Spanje zijn in den zomer zeer onbeduidend, ja geheel zonder water. Na een' op de bergen vallenden regen en bij plotseling intredend dooi-weder zwellen zij echter zoo schielijk en zoo vreesselijk op, dat zij voor de oeverbewoners en hunne bezittingen verderfelijk en gevaarlijk worden. Het opzwellen van rivieren die door bergbosschen gevoed worden, geschiedt daarentegen in den regel niet plotseling, tenzij er in de dalen, die zij doorloopen, wolkbreuken vallen, of de sneeuw door regenbuijen zeer snel aan het smelten geraakt. Hier is misschien het punt waarop alles aankomt: zelfs aan den invloed der bosschen op de wolken en dus ook op de regenvorming geen groot gewigt hechtende, moet men echter toegeven dat hun invloed vooral daarin bestaat, dat zij de verdamping en het vallen van water regelen.

Misschien denkt menigeen onzer lezers dat wij een te hoog gewigt aan de bosschen hechten, als middelen om de verhouding van het water tot de aarde en den dampkring te regelen. Om hem nog verder te overtuigen, vergunne hij ons nog de volgende feiten aan te voeren.

In Venezuela is in het dal van Aragua een meer, van de grootte als het Neuenburgermeer, en Facarigua geheeten. Door het omkappen van de bosschen der omliggende hoogten en door groote landontginningen is dat meer, in 200 jaar, zoo belangrijk verkleind geworden, dat eene menigte voormalige eilanden nu tot afzonderlijke heuvelen geworden zijn. v. Humboldt, die dat meer in 1800 bezocht, zegt met betrekking daarop: „door het vellen der boomen, die de kruinen en hellingen der bergen bedekken, bereiden de menschen, onder alle hemelstreken, voor de volgende geslachten eene dubbele plaag: gebrek aan brandstof en gebrek aan water.”

Doch datzelfde meer geeft ons nog een tweede bewijs. Na den tijd, waarvan v. Humboldt spreekt, verstrooiden velen jaren lang staatkundige twisten de nijvere bevolking, en het bosch, dat in

de tropische landen zoo spoedig het verlorene terrein weder inneemt, vulde het meer weder met water, en verjoeg zoodoende de suiker- en indigo-plantagies, die zijne drooggelegde oevers bedekten.

BOUSSINGAULT, de beroemde voorstander van den wetenschappelijken landbouw, verhaalt iets dergelijks van twee meren van de hooge vlakte van Nieuw-Grenada, welker klimaat gelijk is aan het europeesche. Het meer Fouquené is eveneens ten gevolge van het rooijen van bosschen afgenomen, en in den tijd van 10 jaar, van eene lengte van 10 mijlen en eene breedte van 3, tot eene lengte van 1½ en eene breedte van 1 mijl ingekrompen. Het digt aan het meer gebouwde dorp Zimijaca ligt thans eene mijl er van af.

Na deze feiten, die men ten minste tot heden niet anders verklaren kan, noemt BOUSSINGAULT zulke meren op, welker waterspiegel zich nooit veranderd heeft, maar in welker omtrek ook nooit het vellen van boomen op eene groote schaal heeft plaats gehad.

Maar er ontbreken ons in Europa ook geenszins voorbeelden van het verminderen van groote waterkommen. Wie de volkomen horizontale, moerassige vlakten tusschen het Neuenburgermeer, het Bielermeer en het Murtenmeer kent, zal niet twijfelen of deze hebben eenmaal te zamen een groot meer uitgemaakt. DE SAUSSURE wijst op eene belangrijke afneming van deze meren en van het nabijgelegene meer van Genève, welke binnen 1200—1300 jaren ontstaan is, en BOUSSINGAULT merkt hierbij aan: „en niemand zal loochenen dat er gedurende dien langen tijd onmetelijk uitgestrekte bosschen geveld zijn geworden, en dat er steeds een voortgang in de bebouwing van dit schoone land heeft plaats gevonden.”

BOUSSINGAULT deelt nog een belangwekkend geval mede, dat ook een bewijs is voor onze bewering. Op het eiland Ascension verdween eene zeer waterrijke bron, nadat de boomen geveld waren, die het gebergte, waaruit zij ontsprong, bedekten. Die bron verscheen echter na eenige jaren weder op nieuw, nadat men den berg weder beplant had.

De wateropsparende invloed der bosschen, zoo als men dien invloed noemen mag, wordt ook bewezen door een geval dat door BOUSSINGAULT zelven is waargenomen.

In den omtrek van de beide bergwerken van Marmato, in de provincie Popayan gelegen, welker stampwerktuigen gedreven werden door een riviertje, dat door vele kleine beken gevoed werd, had men, ter oorzake van het aanbouwen van huizen en om aan andere behoeften aan hout te gemoet te komen, belangrijke bosschen geveld. Het blijven stilstaan der werktuigen bewees langzamerhand van zelf dat de rivier zwakker werd. Men meende die verarming aan eene geringere hoeveelheid gevallen regen te moeten wijten. Maar een regenmeter, twee jaren lang gadegeslagen, gaf een' gelijken, en zelfs een' sterkeren val van regen aan dan voorheen. De bosschen hadden alzoo slechts opgespaard, wat na hunne vernieling snel verdwenen was.

De vraag of uitgebreide rooijingen van bosschen ook de hoeveelheid van den regen verminderen, is in Europa nog moeijelijk te beantwoorden, omdat zulke gevallen nog niet gebeurd zijn, en de natuurkundige aardrijkskunde nog niet sedert langen tijd den regen met den ombrometer meet. Voor Amerika is het echter, volgens de bewering van Boussingault, waarheid dat de uitroeijing van bosschen, welke daar op groote schaal geschied is, steeds met eene afneming van de hoeveelheid gevallen regen verbonden is geweest.

Terwijl de beschouwing van het bosch en den invloed dien het op het klimaat van een land uitoefent, door de warmte en vochtigheid der lucht te wijzigen, onze gedachten op het vasteland hield, zullen de stroomen van de zee die nu overvoeren naar de wijde watervlakte.

De zee is niet slechts door ebbe en vloed, maar ook door eene menigte stroomen, in eene aanhoudende beweging. Voor de eerstgenoemden zoekt men in zon en maan de kracht die hen in beweging brengt, voor de laatsten is het hoofdzakelijk de warmte, welke wij ook reeds als bewegende kracht der luchtstroomen hebben leeren kennen.

Die zeestroomen zijn, wel is waar, van de boven hen waaijende luchtstroomen niet onafhankelijk, en, even weinig als deze laat-

sten, ook niet geheel onafhankelijk van de omwenteling der aarde om hare as, maar toch volgen zij veelal hunnen eigenen weg. Zij loopen niet, gelijk wij dat van de wateren, die zigtbaar zich over de oppervlakte der aarde voortbewegen, gewoon zijn, steeds naar beneden, maar meestal volkomen horizontaal, ja zelfs niet zelden in eene opwaartsgaande rigting.

Bij de stroomen van den oceaan is niet de geheele hoogte van de laag water, van den grond tot aan de oppervlakte van de zee in beweging, dit is waarschijnlijk slechts op geringe diepten der zee het geval. Gewoonlijk zijn de stroomen betrekkelijk oppervlakkig en onder hen bevinden zich dikwijls andere, die eene tegenovergestelde of eene afwijkende rigting volgen.

De loop van de kustlijn, de meer of min groote oppervlakte der verschillende zeeën, de temperatuur en de plantengroei der kustlanden, het invloeijen van zoet water, de groote warmte welke op den waterspiegel valt, de verschillende diepten en nog vele andere plaatselijke invloeden meer, bepalen de rigting en de snelheid van de zeestroomen.

Aangezien wij ons voorstellen om dien aan vaste wetten gebonden omloop van de zee in een hoofdstuk vooral aan deze laatste toegewijd, in het bijzonder te beschouwen, zoo bepalen wij ons hier slechts tot dien zeestroom, welke reeds sedert langen tijd aan de zeelieden bekend is, en die den ontdekker van Amerika, door het zien van de onbekende vruchten en de lijken van geheel vreemd ras, welke daardoor voorgestuwd werden, als 't ware het ontwijfelbaar zekere berigt overbragt van de aanwezigheid van het gezochte land. Tevens is het ook deze stroom welke het klimaat van het westelijke gedeelte van Europa voor het grootste gedeelte regelt. Wij bedoelen den golfstroom.

Het is eene vraag de scherpzinnigheid van Maury waardig — om welke te beantwoorden het verstand der natuurkundigen zich reeds langen tijd met weinig goed gevolg vermoeide — welke is de kracht die den golfstroom voorstuwt? Onder alle vermoedens over de bewegende oorzaak van den golfstroom geopperd, is dat vermoeden wel het minst waarschijnlijk, hetwelk haar zocht in de

drukking van de watermassa, die door den Mississippi in de golf van Mexiko wordt uitgestort, want die watermassa bedraagt nog niet een duizendste gedeelte van al het water, dat door middel van den golfstroom de golf van Mexiko verlaat.

Het is hier de plaats niet al die met meer of mindere waarschijnlijkheid geopperde vermoedens op te sommen; als voorbeeld van de tot heden naauwelijks gekende en in het verborgen werkende krachten der natuur, wil ik hier eene dier krachten vermelden, aan welke MAURY, en stellig met veel regt, eene groote werkzaamheid toeschrijft. De noordoostpassaatstreek van den Atlantischen oceaan strekt zich uit over eene oppervlakte van ongeveer drie millioen vierkante eng. mijlen, welke jaarlijks eene laag water van 15 voet dikte door verdamping verliest. Het zout dat zij bevat, en dat, zoo als wij weten, niet mede ontwijkt, moet alzoo het achterblijvende zeewater van die streek zouter, en dus digter en zwaarder maken. Die massa zout, in den vorm van droog keukenzout gebragt, zou toereikend zijn om geheel Groot-Brittanje 7 ellen hoog te bedekken.

Van zijn punt van aanvang, de golf van Mexiko, hetwelk toch ook slechts een rustpunt zijn moet op den langen weg van den omloop der zee, tot aan de kusten van Carolina heeft de golfstroom eene donkerblaauwe kleur, en steekt daardoor tegen het overige zeewater zoo sterk af, dat men eene scherpe grenslijn van den golfstroom gewaar wordt, en een juist op die lijn zeilend vaartuig aan bakboord donkerkleurig, en aan stuurboord ligtkleurig zeewater hebben kan. Bij zijn uitgaan uit de straat van Florida in den Atlantischen oceaan, is de golfstroom ongeveer 6 mijlen breed, maar spreidt zich op de breedten van zuidelijk Europa tot 300 mijlen uit. Het is niet te betwijfelen of de golfstroom moet van een lager punt naar een hooger loopen, en dus bergopwaarts stroomen, niettegenstaande dat hem de overige watermassa van den Atlantischen oceaan eenen geweldigen weêrstand bieden moet. In de verschillende gedeelten van zijnen loop stijgt zijne snelheid van 1 tot 52 eng. mijlen in het uur.

De weêrstand van het door den golfstroom als 't ware doorge-

sneden zeewater, stuwt hem aan zijne oppervlakte op tot eene welving, die naar het oosten en het westen afhelt, en dus groote gelijkenis met het dak van een huis heeft, waardoor stroomen geboren worden, die men daarom dakstroomen heet. Daardoor ontlast zich de golfstroom als 't ware aan beide zijden van alle ligte ligchamen, die in hem drijven. Zelfs booten luisteren naar die dakstroomen, terwijl grootere schepen wegens hunnen diepgang er niet door medegesleept worden.

De van ouds bekende Zargasso-zee in den Atlantischen oceaan, die in den driehoek ligt tusschen de Azorische-, de Kanarische- en de Kaapverdische-eilanden, en den togtgenooten van Columbus niet weinig schrik aanjoeg, verschaft eene zeer goede voorstelling van de wetten der beweging aan welke de golfstroom voor een gedeelte onderworpen is. Die massaas van zeewier, welke van den bodem der zee losgereten en hier bijeen gedreven zijn, terwijl zij verscheidene vierkante mijlen der zee bedekken, bevinden zich in het middenpunt van eenen kringstroom, van eenen draaistroom, waartoe ook de golfstroom behoort, en die zich daarvan gedeeltelijk, naar het noorden heen, losrukt. Men kan zich die wierzee (of krooszee, zoo als zij zeer ongepast geheeten wordt) in het klein voorstellen, als men op een' grooten, vlakken schotel vol water een handvol kaf of haksel werpt, en dan het water schielijk omroert. Spoedig zullen zich dan de drijvende ligchaampjes deels aan den rand van het vat, maar grootendeels in het middenpunt van den draaikolk van het water verzamelen.

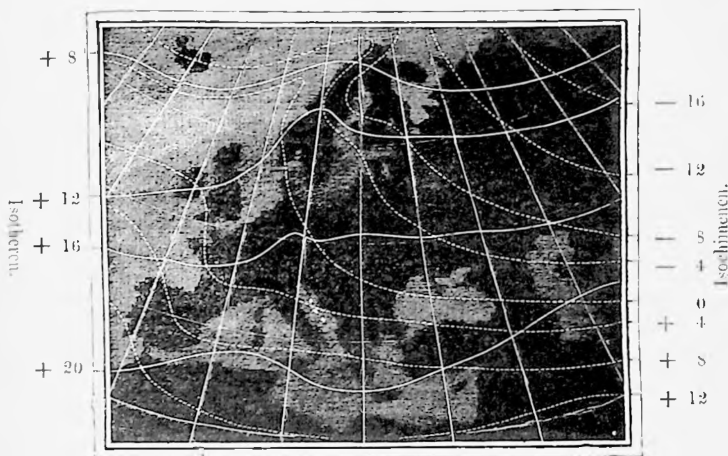
Dat gedeelte van den golfstroom hetwelk zich noordwestelijk van dezen kringloop losrukt, stroomt ten zuiden van de groote bank van Newfoundland, steeds breeder wordende, in noordwestelijke en eindelijk bijna in noordelijke rigting verder voort.

Als hij door de straat van Florida in den Atlantischen oceaan aankomt, is het water van den golfstroom eenige graden warmer dan het was toen het uit de Caraïbische zee in de golf van Mexiko geraakte, waar het in de diepte zelfs bijna 18° R. kouder is. Terwijl het oppervlaktewater van den golfstroom + 21° R. aanwijst, toont het aan de ondervlakte, die niet met den grond der

zee verwisseld moet worden, naauwelijks slechts + 3° R. Onder deze watermassa van den golfstroom, die aan hare onder- en bovenzijde zulke verschillende warmtegraden bezit, ligt eene in tegenovergestelde rigting van N. naar Z. stroomende, zeer koude waterlaag, die in de Caraïbische zee bijna even koud is als het zeewater aan de kusten van Spitsbergen. Wij zien dus hier, gelijk bij de luchtstroomen, warme en koude, tegen elkander inloopende stroomen der zee. De golfstroom is een warme, oppervlakkige stroom, naar de noordelijke poolzeëen heentrekkende; terwijl in plaats daarvan een koudere en dus zwaardere en daarom naar beneden zinkende stroom naar het zuiden loopt. De eerste verzacht de koude in de poollanden, de andere koelt de hitte in de nabijheid van den aequator een weinig af. De aanwezigheid van dien kouden, van het noorden komenden tegenstroom bewijzen de zuidwaarts, en dus tegen den golfstroom drijvende ijsbergen. Die ijsbergen reiken door den golfstroom heen, welke op hoogere breedten steeds dunner wordt, tot in de wateren van den kouden benedenstroom, die hen zuidwaarts medevoert. In de nabijheid van de groote bank van Newfoundland smelten zij evenwel, en hier hebben de ijsbergen die banken gevormd en vergrooten haar nog bij voortduring, doordat zij de steenblokken laten vallen, welke zij uit de landen der pool tot hierheen gedragen hebben. Die ijsbergen zullen ons later nog meer bezig houden.

Zoo zien wij den golfstroom voor geheel het westen van Europa, maar vooral voor dat gedeelte dat door de Britsche eilanden en Noorwegen gevormd wordt, een warmer klimaat veroorzaken dan aan die landen, naar de breedte waarop zij liggen, eigenlijk toekomt. Hij vormt met de koudere nevenstroomen en den nog kouderen benedenstroom eveneens in zee warme en koude zonen, en dien ten gevolge eene verscheidenheid en menigvuldigheid van het dieren- en plantenrijk des oceaans, zoo als de hoogteligging en de geographische breedte die op het vaste land veroorzaken. En zoo wordt het duidelijk waarom het klimaat der zoo even genoemde landen van Europa zoo mild is, iets waarvan het onderstaande kaartje, figuur 13, eene voorstelling geeft.

Fig. 13.



Isotheren- en isochimenenkaartje van Europa.

Ook zonder bijvoeging der namen, zal men in het zwarte gedeelte gemakkelijk de landen van Europa herkennen. Behalve de dunne, witte lijnen van de meridianen en breedtegraden vinden wij op het kaartje dikke, bogtige lijnen, sommigen gestippeld, anderen doorloopend. De 8 gestippelde lijnen loopen, aan den regterhand van den lezer, naar 8 kleine streepjes op den rand van het kaartje: bij die streepjes zijn cijfers gedrukt, welke temperatuurgraden naar Réaumur beteekenen. Die graden geven de gemiddelde wintertemperatuur te kennen, welke voor alle plaatsen, onder de daaraan beantwoordende lijn gelegen, gelijk is. Deze lijnen noemt men de lijnen van gemiddeld gelijke winterwarmte, of de Isochimenen-kurven. Aan de linker zijde zijn op gelijke wijze 4 Isotheren-kurven, lijnen van gemiddeld gelijke zomerwarmte, geteekend. Een blik op dit kaartje geeft ons den verwarmenden invloed van den golfstroom, op het westen van Europa, te kennen. Alle isochimenen-kurven zijn aan de westkust van

Europa sterk opwaarts naar het noorden gebogen, als 't ware, om een gepast beeld te gebruiken, alsof het draden waren, die door den golfstroom naar het noorden gedreven zijn. De isochimenen-kurve 0° R., de vierde van onderen regts, toont aan, dat op de noordwestkust van Noorwegen, tot aan de noordkaap, de winter niet kouder is dan aan de oevers van de Kaspische zee.

Hoe dieper landwaarts in en hoe sterker zich plaatselijke verhoudingen doen gevoelen, zoo als bergruggen, hoogte boven de zee, karakter van den plantengroei, bewatering of tegenstroomen in den dampkring, des te meer wordt de verwarmende invloed van den golfstroom verzwakt.

Op gelijke wijze als wij het hier voor Europa van den golfstroom zagen, werken ook andere zeestroomen verkoelend of verwarmend op het klimaat der naburige landen.

Doch niet de zeestroomen alleen die uit warmere oorden afkomstig zijn, verzachten de ruwheid van het klimaat der landen, maar elke zee doet voor den omtrek hetzelfde, of vermindert ten minste het verschil tusschen zomerwarmte en winterkoude. Dien invloed heeft de zee vooral te danken aan hare grootere gelijkheid van warmte. Dag- en nachtwarmte, op het land zooveel van elkander verschillende, hebben in de zee slechts naar de jaargetijden een verschil van $^1/_2$° tot 5°.

Naar dien invloed van de zee op het klimaat van het land, onderscheidt men een zeeklimaat, ook eiland- of kustklimaat geheeten, en een landklimaat. Het zeeklimaat, waarin zich b. v. de meeste gedeelten van Groot-Brittanje verheugen, heeft zachte winters en koele zomers, terwijl het vastelandklimaat koude winters en heete zomers geeft.

Het water heeft niet slechts eene hoogere soortelijke warmte dan het land, maar het geeft ook de warmte, welke het boven zijn' soortelijken warmtegraad aangenomen heeft, langzamer weder af, terwijl de oppervlakte der aarde even zoo spoedig warm wordt, als zij de warmte weder afgeeft. Vandaar brengen de zeewinden eene meer gelijkmatige temperatuur over het land. En bovendien, daar de zeewinden, naar het land waaijende, veel vaker den hemel

boven het land met nevel en wolken bedekken, daar zij zoo rijk aan waterdamp zijn, dan zulks boven binnenlanden, die weinig water bezitten, geschiedt, zoo verhinderen zij even zoowel eene sterke verwarming van den grond door de zonnestralen, als een sterk verlies van de verkregene warmte door uitstraling, wat beide door een' bewolkten hemel afgeweerd wordt.

Als wij het tegendeel niet wisten dan zouden wij ons, door een' blik op ons kaartje, figuur 13, verbeelden kunnen dat er aan de kusten van Noorwegen even zoo goed wijn en ooft moesten groeijen, als in de landen van het zuid-oosten van Europa, welke onder dezelfde isochimenen-kurve liggen. Doch daar en ginds is slechts de gemiddelde wintertemperatuur gelijk, terwijl, gelijk de isotheren-kurve + 8, de eerste van boven links, aantoont, aan de noorweegsche kusten de gemiddelde zomerwarmte aan die van Siberie gelijk, en de gemiddelde zomerwarmte van de zuidoostelijke landen van Europa, veel hooger is. En wij weten dat het groeijen en rijp worden van vruchten voornamelijk van den hoogen graad van zomerwarmte afhangt. [1]

Zelfs groote binnenzeeën kunnen, te midden van groote uitgestrektheden lands, hare kusten en zelfs geheele streken landwaarts in met een zeeklimaat begiftigen. Dit ziet men b. v. in de noordelijke helft der Vereenigde Staten, en ook de verzachtende invloed van het meer van Constanz en van andere zwitsersche meren op hunnen omtrek, is niet te ontkennen.

Om de isochimenen- en isotheren-kurven wel te begrijpen, moeten wij hen als uitzonderingen beschouwen, namelijk als uitzonderingen op den regel welke aan alle op dezelfde breedte liggende plaatsen, eigenlijk denzelfden warmtegraad voorschrijft. Dit wordt ons duidelijk door de isotheren-kurve + 16° (de derde van boven, links). Van het oosten af loopt deze, tot op de lengte van oost-Pruissen, tamelijk gelijk met de naastgelegene parallel, zoo als de

---

[1] De lijnen, waardoor streken met eene gemiddeld gelijke jaarswarmte verbonden worden, heeten isotherm-kurven, en moeten niet verwisseld worden met de bijna gelijkluidende isotheren-kurven. Zij hebben natuurlijk op eene kaart een' anderen loop dan de isotheren- en isochimenen-kurven op de onze.

regel is. Van die plaats, tot aan de westkust van Frankrijk, daalt zij echter steeds meer naar het zuiden, daar de vochtige westewinden hier steeds de heerschenden zijn, en even zulke koele zomers verwekken als in meer noordelijke streken van Europa.

Zoo kan men dus de parallellen de theorie, en deze kurven daarentegen de geheel anders uitkomende praktijk van het klimaat noemen.

Vóór dat wij eindigen met den invloed van het water op het klimaat te beschouwen, moeten wij nog even spreken over den invloed van bergruggen die met eeuwige sneeuw zijn bedekt, alzoo nogmaals over het water, maar in zijne gekristalliseerde gedaante.

De boreas der romeinen ademde sneeuwlucht van de kruinen der Alpen over de akkers van Italie, gelijk de bora dat nog heden doet, nu eens het ruwe jaargetijde nog ruwer makende, dan weder de gloeijende lucht aangenaam verkoelende. Zoo dalen er, als 't ware, stralen van het klimaat, naar alle kanten van de magtige alpenketen, gelijk van alle bergruggen en bergketenen in de dalen neder, door de heerschende luchtstroomen geleid.

VIERDE HOOFDSTUK.

HET WATER EN DE GEDAANTEVERANDERINGEN DER AARDE.

EERSTE AFDEELING.

AFBREKENDE WERKING VAN HET WATER.

Inleiding. Verwering. Koolzuurhoudend water werkt bijzonder oplossend. Invloed van den aard der rotssoorten op hare verwering. Fig. 14 en 15. Porceleinaarde. Invloed van het plantenrijk op de verwering. Fig. 16. Afschuiving van lagen. Voortbewegende kracht van het water. De Ganges en de Rijn. Scandinavie en de landen aan de Oostzee. IJstijd. Zwerf- of erratische formatie. Invloed van de zee op hare stranden. Strandklippen. TENNYSONS monument. Fig. 17. Invloed van de strandklippen op hare afslijting. Felsenmeer. Riesentopf. Sporen. Uitspoelingsdalen. Simeto. Fig. 18.

In's Innre der Natur dringt kein
erschaffner Geist.

HALLER.

Niet altijd verspreidt het water bloei en leven om zich heen. Het vernielt ook wel en breekt af met een vreesselijk geweld, om den behaalden buit weêr op andere plaatsen als bouwstof te gebruiken; het lost bergen op in onzigtbaar kleine stofdeeltjes, om met den gestolen voorraad dalen te vullen en den grond der zee effen te maken. Want het zoekt overal het waterpas, en wee den mensch dien het niet gelukt het te beletten om dit op den kortsten weg te doen, want boven alles bemint het water den kortsten weg, als het de magt heeft om hem te kiezen.

Het water is eene der voornaamste oorzaken van de tegenwoordige gedaante der aarde: voorheen was die oorzaak eene andere,

zij zal later weêr eene andere zijn. Laat ons in dit hoofdstuk beproeven om een denkbeeld van het water in dit opzigt te verkrijgen.

Als wij het opschrift van dit hoofdstuk slechts als ter loops lezen, dan gelooven wij daardoor op de geologische beteekenis van het water gewezen te worden. Maar de geologie is geene oudheidkunde der aarde die met zeker tijdperk eindigt, na hetwelk de tegenwoordige geschiedenis der aarde aanvangt. De geologie is de geschiedenis der aarde en de geschiedenis eindigt nooit. Zoo heeft ook de geologische magt van het water nooit opgehouden en zal nooit ophouden, al moge het waar zijn dat die magt, in vroegere tijdperken der aarde, geweldiger gewerkt heeft dan tegenwoordig. Doch bij het einde van dit hoofdstuk zullen wij inzien, dat zelfs deze laatste bewering meer eene eenzijdige opvatting van de scheppingen van het water ten grondslag heeft, dan wel op waarheid berust.

Het water heeft in de vroegere tijdperken van de geschiedenis der aarde, naar alle waarschijnlijkheid slechts weinig meer uitgevoerd dan thans, en toen ook, even zoo als thans, meestal in het verborgene op den bodem der zeeën gewerkt; maar in dien tijd had het een' magtigen bondgenoot, die gedienstig datgene aan het licht bragt, wat het water in het verborgene had voortgebragt. Die bondgenoot, het vuur, en wel het centraalvuur, dat in het binnenste van de aarde gloeit, schijnt tegenwoordig voor eene zoo zwaarwigtige dienstbetooning niet meer sterk genoeg te zijn, en daarom blijven thans de grootste werken van het water op hunne verborgene wordingsplaats, door de menigte niet eens vermoed en door de wetenschap slechts naar bekende wetten gewaardeerd.

Heeft de geschiedenis der aarde met de geschiedenis in het algemeen, dat is met de geschiedenis van het menschelijk geslacht, de meeste overeenkomst, er bestaat toch tusschen die beiden in één punt een aanmerkelijk verschil. In de geschiedenis verklaart zich het heden uit het verleden, wijl het eerste een natuurlijk gevolg van het laatste is. In de geschiedenis der aarde kan dit, wel is waar, naar den aard der zaak ook geenszins anders zijn, maar

het verleden, wij bedoelen met dat woord de vroegere tijdperken der aarde, is ons slechts uit zijne nagelatene, levenlooze overblijfselen bekend, en geene overleveringen van ooggetuigen geven ons een duidelijk begrip van de gedaante der aarde in die dagen. Hoe zij werd, daarvan kunnen slechts de tegenwoordig bestaande vormen, van welke wij tot vroeger bestaan hebbenden besluiten, een denkbeeld geven. Dit is het verschil dat wij zoo even bedoelden. Daarom moet ook de geologie den weg van den onderzoeker der geschiedenis der aarde omkeeren. Zij moet de vormveranderingen der aarde, welke voor hare oogen geschieden, zorgvuldig beschouwen, en daarnaar, terwijl zij bij die veranderingen de magt van den tijd optelt, de vroegere veranderingen en omkeeringen der aarde trachten te bevatten.

Menigeen onzer lezers, al is zijn haar reeds grijs geworden, ziet deze bladzijden misschien een weinig ongeloovig in, als hij aan het water zulk een groot aandeel aan de gedaanteveranderingen der aarde hoort toeschrijven. Hij herinnert zich misschien dat hij, kort geleden, de heuvels in den omtrek van zijne geboorteplaats, nog even zoo wedervond, als toen hij er als kind voor het laatst naar zag. Hij zag daar niets van eene verandering. Maar hij vergat dat de waarneming van den leeftijd van één' mensch, in betrekking tot den ouderdom van de eeuwig zich verjongende aarde, slechts een oogenblik is. Zijne te hooge waardering van dingen die niet in aanmerking verdienden te komen, maakte dat zijn oordeel valsch was. Men moet hier den waren werkman opzoeken, en die heet: de tijd. Het spreekwoord: „de druppel holt den steen uit", berust slechts op eene gepaste waardering van den tijd.

Daar is eene zaak die niet slechts een belangrijk gevolg voor de toekomstige wetenschap zou hebben, maar die zich ook als met aandrang aan de tegenwoordige wetenschap opdringt, zij is deze: men moet, gelijk men reeds door de bemoeijingen van v. Humboldt in alle gedeelten der wereld meteorologische en magnetische stations heeft, orographische stations oprigten. De photographie biedt daartoe hare diensten. Deze heerlijke uitvinding kan nooit

9*

weder verloren gaan, en zij moet dus na eeuwen hare diensten nog even zoo betoonen, als zij daarmede thans eerst zal beginnen. Wij willen dit door een voorbeeld duidelijk maken. Op een geschikt punt in het Lauterbrunnendal, waaruit men de majestueuze groep der Jungfrau met hare buren den Eiger, den Mönch, en den Silberhorn, uit de kom van het genoemde dal ziet opstijgen, wordt op een' tegen den tijd bestanden, rotsvasten, en naauwkeurig gemerkten grondslag een negatief glaslichtbeeld, dat groot genoeg moet zijn, genomen en in een natuurkundig kabinet wel bewaard. Na bepaalde tusschenpoozen van 10 of 20, 30, 40, 50 jaren, wordt er naauwkeurig, onder gelijke omstandigheden, van hetzelfde standpunt, een tweede, een derde lichtbeeld genomen, enz. Die photographiën zullen elkander bedekken, en, daar zij doorzigtig zijn, door het verschil in hare omtrekken elke verandering, die er gebeurd is, aantoonen. Zoo kan de wetenschap — want zij sterft niet, zij verhuist slechts wel eens — de som der orographische gedaanteveranderingen, door verwering en vulkanische werkingen, van eene eeuw lang waarnemen. Tegenwoordig bestaat dit gedeelte der natuurkundige geographie nog slechts uit losse brokken en onzekere gissingen.

Er valt niet aan te twijfelen of de wetenschappelijke winst zal daardoor, al mag zij dan ook eerst voor onze nakomelingen nuttig worden, verrassend groot zijn. Men zal alsdan tevens bij die afslijting van de omtrekken der bergen, den invloed van het klimaat, van de steensoorten, van den hellingshoek der bergen, van den plantengroei enz. moeten kunnen afmeten: want slechts met maten, gewigten en getallen verkrijgt de natuurkunde bruikbare uitkomsten.

Om een' aanvang te maken met het volgen van het spoor van het water, willen wij in opklimmende rigting voortschrijden, met het kleine beginnen en met het groote eindigen. Het kleine zelfs zal ons groot voorkomen, als wij niet vergeten dat vele kleintjes één groote maken.

Gelijk bij alles in de natuur afbreken en opbouwen steeds met elkander verbonden zijn, zoo is dit ook met het water het geval. De vor-

men vergaan, maar de stof blijft bestaan. De natuur leent hare stof aan de gedaante en neemt haar weder terug, om haar, ook slechts weder voor een' korten tijd, aan eene andere gedaante te geven. In dezen omloop der stof speelt het water eene groote rol. Wat het op hooge bergtoppen van harde steenen afknaagde, dat voert het, op lange omwegen, als voedingstof in onze ligchamen, om die op te bouwen en te vernieuwen; en wederom voert het de stof van ons vervallen ligchaam in het fijne weefsel der planten, om daaruit voor dieren of andere menschen voedsel te laten bereiden. Als wij „het water in betrekking tot de voeding" beschouwen, zullen wij dezen omloop uitvoeriger vervolgen.

Wij beginnen met de afbrekende werking van het water, zonder toch eene scherpe grens tusschen deze en hare opbouwende werking te willen of te kunnen trekken, want veelal gaan beide in elkander over.

Als wij voor de werkingen der natuur gelijkenissen in het woelen der menschelijke maatschappij willen zoeken, dan vinden wij zulk eene gelijkenis tusschen de verwering en de staatkunde. Beide zijn onophoudelijk bezig om onbemerkt, met kleine en schijnbaar doelooze schreden, een groot doel te bereiken. Ieder kent de verwering, en toch is men veelal nalatig om zich rekenschap te geven van hare gevolgen en uitwerkselen.

De verwering is, in haar geheel beschouwd, eigenlijk geene zuiver scheikundige werking, zij bevat echter altijd scheikundige processen, en is dus het middel daartoe. Het water heeft zijne verwerende magt te danken, deels aan zijne oplossende kracht, deels aan zijne uitzetbaarheid onder den invloed der koude. Zijne groote kracht tot het voortbrengen van beweging voegt zich daarbij. Wij weten reeds dat de oplossende kracht van het water door warmte verhoogd wordt, en ook dat water, aan koolzuur rijk, oplossender werkt dan zulk dat arm aan koolzuur is. Daar er nu geen water zonder koolzuurgehalte is, zoo is ook elk water in staat, om, al duurt het ook nog zoo lang, de hardste steenen langzamerhand op te lossen. Ook kan het water zijne oplossende kracht nog daardoor versterken, dat het reeds een ligchaam in zich opge-

lost heeft, dat het dus reeds eene oplossing is, welke nu op andere ligchamen des te oplossender werkt, vooral dan als er nog warmte bij komt.

Dat het water, en in het bijzonder het atmospherische water, het element is dat de verwering onderhoudt, vooral als het die werking niet onafgebroken, maar in eene beurtelingsche afwisseling met de droogte, uitoefent, dat bewijzen, juist door het tegendeel, zulke voorwerpen die bestendig onder dak doch uit eene voor verweren zeer vatbare stof vervaardigd zijn. Daartoe behooren b. v. de gemetselde muren van gebouwen, standbeelden enz. welker buitenzijde, die aan den invloed van het weder blootgesteld is, dikwijls meer of min verweerd is. Aan oude bouwvallen ziet men niet zelden de buitenmuren sterk door de verwering beschadigd, terwijl de binnengewelven er nog uitzien als of zij voor korten tijd gemetseld waren.

De ondervinding leert dat het grootste veld voor de afbrekende magt van het water en tevens voor de verwering, bestaat uit rotsen, en eveneens leert de ondervinding dat de verschillende soorten van rotsen zich in dezen verschillend gedragen, en de verwering òf begunstigen, òf lang weêrstand kunnen bieden.

Dat verschil hangt van onderscheidene oorzaken af: van de oplosbaarheid harer massa in koolzuurhoudend water; van de zamenstelling uit verschillende steensoorten, b. v. graniet uit glimmer, veldspaat en kwarts; van de wijze waarop de voegen loopen, en ten gevolge daarvan, van de breuk; van de ligging der lagen, en eindelijk van het meer of min voorzien zijn van barsten.

De graad van oplosbaarheid in water is natuurlijk bij rotssoorten, welke uit slechts ééne steensoort bestaan, zoo als b. v. de kalksteenrotsen uit koolzuren kalk, van grooten invloed op hare verwering. Vuursteen of kwarts, zuiver kiezelzuur (dat is kiezelaarde en zuurstof) lost naauw merkbaar in water op; en om zulke steensoorten, in fijn verdeelden toestand gebragt, op te lossen is er eene duizendmaal grootere hoeveelheid zeer veel koolzuurhoudend water noodig; terwijl 460 deelen water genoeg zijn

om 1 deel gips op te lossen [1]. Zulke bergen, die uit een zeer moeijelijk op te lossen gesteente bestaan, hebben dus meestal gladde wanden, en zoo wel aan hunnen voet als op hunne hellingen mist men dien grooten grindhoop van kleine brokken, terwijl er veel meer grootere blokken steen liggen, die al naar dat de spleten of barsten liepen, afgebroken zijn en daar reeds vele ęeuwen liggen zonder merkbaar kleiner te zijn geworden.

Zijn de rotssoorten, zoo als graniet, gneis, syeniet, porphyr en andere uit verschillende steensoorten zamengesteld, dan kan dit op tweederlei wijze van invloed op hare verwering zijn. Het water kan zelfs in de allerfijnste scheurtjes en spleetjes dringen, zoo als men dat ziet aan schotels en borden van gewoon aardewerk, die lang in gebruik geweest zijn. Het verglaas kreeg door de telkens weêr afwisselende koude en hitte eene menigte buitengewoon kleine barsten, zoogenaamde haarbarsten, waarin dan het water drong en door de kleurende stof, die er mede vermengd was, langzamerhand een fijn netwerk van barsten op het aardewerk schilderde. In graniet zijn de drie bestanddeelen: kwarts, veldspaat en glimmer in kristalvorm wel zeer innig en zonder merkbare voegen met elkander verbonden, maar toch niet altijd zóó vast dat het water er niet, van de oppervlakte af, langzamerhand zou kunnen indringen. Zoo moet er dus, deels door de oplossende kracht van het water, deels door de uitzetting bij het bevriezen, al is het ook zeer langzaam, toch allengs een wijder worden dezer voegen volgen, en ten laatsten een uit elkander gedreven worden van de gedeelten der zamenstelling, en dus eene verbrijzeling van het gesteente. Daardoor bestaat het verweringsgruis van granietrotsen, nevens grootere brokken, uit een grofkorrelig zand, welks korrels de uit elkander gevallen kristallen zijn. Eene tweede begunstiging van de verwering door de natuur der zamengestelde rotssoorten, bestaat daarin dat het eene der vermengde deelen gemakkelijker oplosbaar is dan de

[1] Dat gips in water omgeroerd slechts eene gipsbrij vormt, in welke de gipsdeeltjes onopgelost ronddrijven, maar geene gipsoplossing, spreekt wel van zelf.

overigen. Dit deel lost zich dan op, weert er uit, zoo als het kunstwoord is, en het voortbrengsel der verwering bestaat dan uit de losse stukken van de andere, moeijelijker oplosbare bestanddeelen. Bij graniet lossen de kristallen van veldspaat het eerst op, en er blijven slechts de kwartskristallen en de als metaal glimmende plaatjes glimmer over.

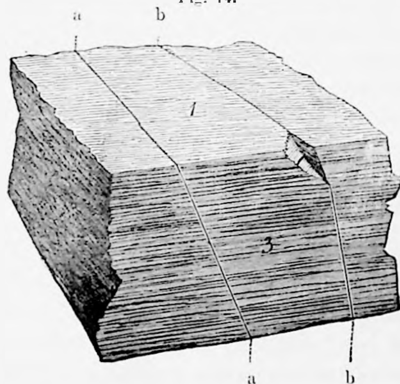
Aan die gedeeltelijke verwering en oplossing van vele granieten en porphyren hebben wij de grondstof te danken voor een' belangrijken tak van industrie — de porceleinbakkerij. Toen de ongelukkige dweeper Böttger de onuitvoerbaarheid van zijne vermetele belofte van goud te maken in den kerker boeten moest, wierp hij zich met alle energie van zijne geringe scheikundige kennis op het vervaardigen van chineesch porcelein, dat toenmaals nog onnavolgbaar scheen. In het jaar 1709 gelukte het hem eindelijk zijn porcelein wit uit den oven te zien komen. Hij had dit te danken aan het bezigen van eene fijne, witte leemaarde, welke men hem uit Aue bij Schneeberg, in Saksen, gebragt had. Die aarde was een gewrocht der verrotting, want het vergaan der gesteenten door de verwering is, uit een scheikundig oogpunt, gelijk aan de verrotting van dieren en planten. Kwam ons dus de verwering niet te hulp, dan zouden wij deze schoone stof voor duizend voorwerpen van huiselijk gebruik niet bezitten, of het porcelein zou een voorwerp van weelde gebleven zijn. De porceleinaarde, wetenschappelijk kao-lin geheeten, is het produkt van het eene reeds meermalen genoemde deel van graniet, en van eenige andere zamengestelde rotssoorten, namelijk van vele porphyren. Dat deel is de veldspaat, en wel die ondersoort daarvan, welke den naam draagt van orthoklaas. Hij wordt allengs door oplossing in eene zeer fijne, verwrijfbare, rood-, geel- of groenachtige, zelden sneeuwwitte aarde veranderd. De kwartskristallen en glimmerplaatjes laten zich dan, deels kunstmatig door afslibben van de porceleinaarde afzonderen, deels heeft de natuur zelve dat gedaan, want men vindt die aarde somtijds in dikke lagen bijna geheel zuiver. In den omtrek van Macao zijn de granietrotsen op deze wijze zoo sterk verweerd, dat zij er van verre als met

sneeuw bedekt uitzien. Die natuurlijke bereiding van de porceleinaarde heeft in vele streken der aarde plaats. De kao-lin is uit graniet ontstaan te Aue, bij Karlsbad, te Limoges in Frankrijk, en te St. Stephens en St. Austell in Cornwallis, in Engeland. Te Seislitz bij Meissen, te Sornzig bij Mügeln, en te Rasephas bij Altenburg ontstond zij uit vergane porphyren.

Ook de voegen eener rotssoort kunnen de verwering zeer begunstigen. Is deze zeer digt en naar alle rigtingen heen zeer vast ineen gevoegd, gelijk het marmer, dan wordt de verwering daardoor niet bevorderd; maar dit geschiedt des te meer, wanneer, zooals bij de lei, de zelfstandigheid schilferig is, waardoor het indringen van het water tusschen de voegen der platen, al liggen zij ook nog zoo digt op elkander, zeer bevorderd wordt. Zulke rotssoorten schilferen dan aan de oppervlakte in dunne platen af, die dikwijls op geheele hopen aan den voet van zulk een' berg liggen.

Behalve de verschillende ordening der deelen, of de structuur, die van de wijze waarop het gesteente ontstaan is afhangt, hebben de rotsen ook nog steeds eene grootere of mindere vatbaarheid om in meestal gladzijdige stukken te breken, wat men de barstigheid noemt. Figuur 14 zal ons dit

Fig. 14.



Blok van lei met twee barsten.

duidelijk maken. Zij stelt een blok lei voor, van hetwelk wij drie zijden, 1, 2 en 3 overzien kunnen. Door het blok gaan twee geheel doorloopende scheuren, zoo als zij in het dagelijksch leven zouden geheeten worden, *aa* en *bb*, doch de wetenschap noemt haar barsten. In die barsten hangen de drie deelen van het blok toch nog te zamen, waarom het geene scheuren zijn kunnen, daar in dit geval de drie stukken van zelf uit elkander zouden vallen. Evenwel is de zamenhang in die barsten losser, want een matig sterke hamerslag op de vlakte 1 zou het blok stellig in drie stukken doen uitéén vallen. Daarom zijn ook de zijde 2, en die welke aan haar tegenover ligt, eigenlijk anders afgeteekend als zij zijn kunnen, dat is de schilferachtige lagen als dwars doorgesneden voorgesteld, wijl door het geweld, dat men bezigen moest om het blok zóó te splijten, dit zich waarschijnlijk in de barsten *aa* en *bb* in drie stukken verdeeld zou hebben, inplaats van in 2 en in de tegenoverliggende zijde te breken. De voorste zijde 3 is eene zoogenaamde barstvlakte, wat door den bovensten geheel regten kant bewezen wordt, daar de barsten in laagsgewijs gevormde gesteenten meest zich als vlakken voordoen. Aan dien regten kant is bij den barst *b* een hoekje van het middenste gedeelte van het blok afgebroken. Wij willen van deze figuur tevens nog gebruik maken om eenige zaken te verklaren, welke bij geologische of liever geognosische studiën [1] te pas komen. De drie zigtbare zijden zijn die met welke het blok in de rots zamenhing, en waarmede het zich, bij het breken, uit dien zamenhang los gemaakt heeft. Daarom noemt men die vlakten, breukvlakten. Alle drie breukvlakten verschillen echter onderling. De zijde 1 loopt parallel met de schilfering, en het was dus gemakkelijk in haar het blok, op de wijze als bij het splijten van hout, los te maken. Die zijde vormt eene zoogenaamde versche breuk, wijl zij voorheen niet

---

[1] Geologie en geognosie, twee woorden die inderdaad vrij gelijk van beteekenis zijn — aardleer en aardkunde — worden toch in de wetenschap onderscheiden. Geologie is de leer van de natuur (ontstaan en geschiedenis) van den aardbol; geognosie daarentegen is de leer van de verschillende rotssoorten welke de aardkorst zamenstellen, en dus een onderdeel van de geologie.

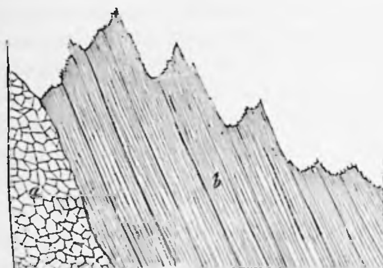
reeds in de rotsmassa als barst aanwezig, maar slechts gemakkelijk door de schilferlaag te maken was. De vlakte 2 is volkomen dwars door de schilfering gegaan en is dus ook, op denzelfden grond, eene versche breuk. Daarentegen kan de vlakte 3 geene versche breuk zijn, wijl wij haar straks reeds leerden kennen als eene der beide vlakten van eenen barst, die reeds vóór het losbreken van het blok, tusschen dit en de rots voorhanden was. Elk stuk steen dat voor eene geognostische verzameling bestemd wordt, moet versche breuken hebben, wijl barstvlakten meest door ontkleuring, door afbrokkeling, of door eene dunne laag van eene bijzondere massa, geen getrouw beeld van de inwendige gesteldheid van de rotssoort geven.

Hoe die barsten van invloed zijn kunnen op het verbrijzelen der rotsen is nu gemakkelijk te begrijpen. Het atmospherische water dringt er in en verscheurt, vooral door zich bij het bevriezen uit te zetten, het buitendien reeds losse verband. Eigenlijk is dit niet een uitwerksel van de verwering, daar deze meer eene oplossing, of ten minste eene scheiding van de fijne, inwendige structuur van vaste ligchamen, in hare fijnere gedeelten is. Het is dus meer eene verbrijzeling: doch er vindt toch ook eene, hoewel minder in het oog vallende verwering plaats.

Eindelijk is ook nog de ligging waarin de laagsgewijze rotssoorten zich bevinden van grooten invloed op de verwering, of liever vooral voor de verbrijzeling van groot belang. De gesteenten die in lagen liggen, zijn misschien alle zonder uitzondering uit bezinksels in zeeën of zoete wateren ontstaan, en moeten zich dus, als zij niet verstoord geworden zijn, in eene horizontale ligging bevinden, gelijk het blok in figuur 14 afgebeeld is. Dan vormt de bovenste laag natuurlijk voor alle onder liggende lagen een beschermend dak tegen het indringen van het atmospherische water, en er blijft voor het water slechts den weg door de barsten (fig. 14 *aa* en *bb*) over. Doch er zijn slechts weinig van die laagsgewijze bezinksels in de rustige ligging van hun ontstaan blijven liggen, maar zij zijn, vroeger of later, door plutonische gesteenten omhoog geheven, en in meer of min schuinsche rigting

gedrongen. Daardoor werden zelfs de grootste en dikste lagen dikwijls in schotsen, zoo groot als geheele landen, verbroken, zoodat zij somtijds zeer steil opgerigt, en tegen de zijden van den oprijzenden berg aangeleund staan. Figuur 15 maakt ons dit duidelijk.

Fig. 15.



Overeind staande lagen. *a*. Plutonisch gesteente. *b*. Laaggesteente.

Zij stelt een zoogenaamd profiel voor, dat is eene loodregte doorsnede van een stuk der aardkorst. Het plutonische gesteente *a* heeft de lagen *b* aan stukken gebroken, omhoog geheven, en tegen zijne zijden doen leunen. De getande omtrek van de bergspitsen der lagen herkennen wij ligtelijk voor de breukvlakten der schotsen, welker andere helft aan den linkerkant van de massa *a* staan moet. Die breukvlakten — de wetenschap noemt haar b r e u k r a n d e n d e r l a g e n — zijn alle opwaarts gerigt, en geven zoo aan het atmospherische water eene goede gelegenheid om in de voegen der lagen te kunnen dringen, en die uit elkander te drijven. Daardoor vertoonen zich alle gebergten, welke op deze wijze ontstaan zijn, als uit tallooze rotsen zamengesteld, zoo spits als naalden of die er als kammen uitzien. Wij zullen later zien welken invloed deze bergvorming op het verschijnen der bronnen heeft en hebben moet. Op de beschrevene wijs is de uitgebreide montblanc-keten grootendeels gevormd. Hare hemelhooge, scherp gespitste naalden, welke daarom ook *aiguilles* heeten, bestaan uit steil opgerigten gneis, welks structuur zeer schilferig is.

Zoo zien wij dus dat de bergen in vele opzigten het atmosphe-

rische water den weg aanwijzen om henzelven te verwoesten, of ten minste voor een gedeelte af te breken. Bij eenig nadenken zullen wij nog meer aanleidingen daartoe opsporen kunnen, zoo als b. v. een bijzonder vochtig klimaat, eene plaatsing der breukranden tegen den heerschenden regenwind in, enz.

Bij deze afbrekende werkzaamheid heeft het water millioenen kleine medearbeiders, die nog veel onmagtiger schijnen dan de vallende regendruppels, of zelfs dan de onzigtbaar kleine nevelblaasjes. Het zijn de wortelen der planten, die daarbij in het groot en in het klein medewerken. Wie heeft wel niet eens, in de schilderachtige rotspartijen van de schoone duitsche bergbosschen die steile en loodregt opstijgende rotsmuren gezien, aan welker bovenranden de duizendmaal vertakte wortelen van een' boom of struik kleefden, en naar beneden hingen, als hadden zij, tegen hunne natuur, begrepen, om eens in het volle daglicht te groeijen. Maar zij waren de wiggen die zich hier in eenen barst opdrongen, door hunnen groei hem steeds meer en meer verwijdden, en eindelijk de rots uiteen deden springen. Als wij er naar zoeken dan zullen wij het afgebrokene stuk rots niet ver van daar zien liggen. De wortelen der planten zijn hier zelfs minder de bondgenooten of medewerkers van het water, zij zijn slechts de handen die het werk uitvoeren. Want het water, dat in hunne cellen het leven en het groeijen werkt, is eigenlijk de kracht die de rotsen verbrijzelt. En daartoe heeft het niet eens levende planten noodig. In steengroeven bezigt men somtijds het volgende middel om groote blokken steen los te breken. Daar, waar een blok van de rots losgemaakt moet worden, hakt men eene vrij breede en diepe groef, waarin men dan een volkomen droog stuk hout slaat, en vervolgens de groef vol water giet. De cellen van het hout zuigen zich vol water, en wijl zij daardoor opzwellen, waarvoor hun echter in deze klem geene ruimte overblijft, zoo verschaffen zij zich die met geweld, door het blok los te rijten. Van die groote kracht der plantencellen, die door water opzwellen, kan men zich gemakkelijk overtuigen, als men eene champagneflesch, die naar men weet zeer sterk is, geheel

met erwten vult, waarna men water in de tusschenruimten giet. Weldra doen de opzwellende erwten de flesch aan stukken barsten.

De geoloog, die voor zijne verzameling kleine stukken rots (formaatstukken) met zijnen bijzonder daartoe ingerigten en geharden hamer kapt, ontmoet dikwijls geheel onverwacht die indringende wortels. Zijn slag treft een' door hem niet eens bemerkten barst, en ziedaar, langs zijne vlakten slingert zich eene vlecht van dunne plantenwortelen.

Men moet de rotsmuren van de Alpen met bijzondere opmerkzaamheid beschouwd hebben om die zamenwerking van het water en het plantenrijk in het afbreken der rotsen te waarderen. Op alle niet geheel drooge plaatsen zijn de meeste barsten en spleten der rotsen met de groene bosjes van mos en sierlijke alpenplanten bedekt, welker worteltjes steeds dieper indringen, en zoo ten laatste brokken van de rots doen afspringen. En steeds is het water de bewerker van dat afbreken.

Nergens valt ons de deelneming van het plantenrijk aan het verwoesten van bergen meer in het oog dan in een bergbosch. Als wij namelijk de hoog gelegene bosschen doorwandelen, door welke de zacht gewelfde kruinen der duitsche bergen, b. v. van het Odenwald, het Erzgebergte, het Taunusgebergte, het Schwartzwald enz., bedekt zijn, dan denken wij meestal slechts aan de scheppende kracht der natuur, die hier het opgaand geboomte voortbragt. Wij bevroeden zelfs niet welk een steeds voortgaand vernielingswerk er diep onder ons geschiedt. Kunnen wij dan over handen, met houweel en schop gewapend, beschikken, dan zullen wij zien tot hoe diep wij graven moeten, soms twintig en meer voeten, om op den nog vasten en goed in zijne voegen zamengehouden rotsgrond te komen. Tot op die diepte moesten wij losse, over en op elkander liggende, groote en kleine rotsbrokken ter zijde werpen. Tusschen die brokken vinden wij eene zwarte aarde, welker afstamming wij uit tallooze verrotte houtsplinters en andere overblijfselen van planten kunnen nagaan en waarin de boomwortelen, die ten laatsten tot dunne zuigworteltjes overgaan, steeds dieper in dringen. Eene vochtige, koude lucht stroomt er uit

de donkere holen, die wij voor graven houden kunnen, terwijl zij toch de plaatsen zijn, waar voor nakomende geslachten de voorwaarden des levens geboren worden. Misschien behoeven wij niet ver te gaan, om eene hooger gelegene kruin te vinden, die onbedekt omhoog stijgt. Zij vooral overtuigt ons, als wij dat niet reeds zijn, van de medewerking van het plantenrijk aan het vernielen der gesteenten, want wij vinden hier de kale blokken droog en dor, en tot diep naar beneden zonder aardbedekking op elkander gestapeld. Zelfs de mossen vinden het hier niet vochtig genoeg, en slechts spichtige grassen en eenige halve heesters schieten op uit de spleten der blokken, en steken zeer af bij het krachtvolle geboomte daar ginds.

Zoo verwekt dus het bergbosch, als het maar eerst allengs bezit genomen heeft van zijnen rotsbodem, de vruchtbaarheid er van, het houdt het water in hem vast, dat den steen oplost van welks stoffen het leeft.

Een zeer leerzaam overzigt van het voortgaan der verwering verschaffen de steengroeven welke men dikwijls in overigens bebouwde bergstreken vindt. De heuvels zijn rotsen, bedekt met eene laag aarde van slechts weinige voeten dikte, welke naar beneden in donkerheid van kleur, aan humusgehalte, steeds meer af- en daarentegen aan eerst kleine, maar al grooter wordende kantige steenen, steeds meer toeneemt: naar boven natuurlijk in omgekeerde opvolging. Dat zijn de leerzaamste werkplaatsen van de verwering der rotsen, en figuur 16 geeft ons daarvan een voorbeeld.

In het midden van den regtop staanden rotsmuur zien wij iets aangeduid, dat wij tot heden nog niet besproken hebben, en dat toch de verbrokkeling der rotsen zeer begunstigt. Aan die plaats is namelijk, zoo als dat zeer dikwijls voorkomt, de laag welke het gemakkelijkst oplostte uit de rots verweerd, en daardoor is de bovengelegene bank ondermijnd geworden. Bij figuur 16 zien wij dus in het midden van den dwarsloopenden rotswand eene uitholing, die, door steeds dieper en dieper in te dringen, de bovenliggende rotsmassa van haren steun berooft, en naar beneden doet

Fig. 16.



storten. Van boven zien wij onder de graszoden eerst de donkere streep van humus, dan eene ligter gekleurde streep van humus-arme aarde, en eindelijk de grindlaag en grovere steenen, welker brokken naar beneden steeds grooter worden.

Als er zich zulke gemakkelijker oplosbare tusschenlagen in bergen bevinden, welker lagen niet horizontaal, maar in hellende ligging op elkander gestapeld zijn, dan geraken de bovenste lagen in beweging door het langzamerhand verweeken en uitslibben der lager liggenden.

Deze soort van oplossing der gesteenten veroorzaakt de meest in het oog vallende en tevens de meest verderfelijke gedaanteveranderingen van de oppervlakte der aarde. Daardoor komen niet

alleen rotsstukken zoo groot als een huis, maar geheele rotsmuren, ja zelfs geheele deelen van een' berg naar beneden glijden. Wien is de naam van Goldau niet bekend, van dat ongelukkige dorp aan den voet van den Rossberg, aan het Lowerzermeer, dat op den 2den September 1806 met omstreeks 1000 zijner inwoners onder rotspuin begraven werd? De naar het dal afhellende dikke banken van nagelfluh, molasse of gompholiet, rusten daar op leemlagen. Een aanhoudende regen was door de barsten en scheuren der nagelfluh tot in de leem doorgedrongen, had deze laatste doen opzwellen, en daar gleed, langs dat glibberige pad, een groot gedeelte van de noordelijke zijde van den 4600 voet hoogen Rossberg naar beneden, naar het bloeijende dal, ja tot in het Lowerzermeer, dat daardoor uit zijne oevers gedrongen werd en groote verwoestingen aanrigtte.

Men noemt zulke gebeurtenissen bergschlipfe, of afschuivingen van lagen, en wij zien dat zij met de verwering slechts in de gevolgen gelijk staan. Het water werkt hier op eene andere wijze, namelijk slechts door de baan effen te maken, voor het gedeelte van den berg dat in beweging komt. Bij die afschuivingen komen niet zoo zeer de voegen, de fijne barsten en spleten der bewogene rotssoorten in aanmerking, als wel de hellende ligging der lagen, en de verbindingen en opstapelingen van enkele, vooral in lagen liggende deelen, waaruit de berg bestaat.

De massaas, welke het water door verwering en verbrokkeling afbreekt, spoelt het naar de laagte of zij storten er van zelve naar toe, waar die stoffen aan de opbouwende werking van het water overgeleverd worden, die ons straks meer uitvoerig zal bezig houden.

Nevens de verwering, door welke het water meer verkleinend en slechts ondergeschikt oplossend werkt, moeten wij vooral aan zijne oplossende kracht denken. Als het water vloeibaar gewordene vaste stoffen opneemt, doet het zulks voornamelijk op plaatsen die voor onze waarnemingen niet toegankelijk zijn, namelijk op de geboorteplaatsen der bronnen, het mogen kinderen der Alpen zijn, of heete borrelende wellen, die uit het binnenste der

aarde opbruischen. Daar nu die bronnen niet zelden die opgeloste stoffen weder op de oppervlakte der aarde, als rotsgesteenten, afzetten, zoo verwijzen wij den lezer ook in dezen naar onze beschouwing van „de opbouwende werking van het water."

De uitkomsten van de verwerende werkzaamheid van het water mogen veelal voor de onmiddellijke waarneming verborgen blijven, en zich slechts na eene opeenstapeling van jaren doen bespeuren, het ruwe mechanische geweld van het water vermag integendeel onze verwondering op te wekken, hetzij dat het zijne kracht ontvouwt in eene aanhoudende, in eene afwisselende, of in eene plotseling aanvangende magtsontwikkeling. Dan zet het water, als 't ware, zijne langzaam werkende verweringskracht ter zijde, om ruimte voor nieuwen verweringsarbeid te bekomen.

Al het vlietende water oefent eenen veranderenden invloed uit op zijn bed, waarin natuurlijk de gesteldheid van dit laatste begunstigend of tegenhoudend deelneemt.

De kleine beek die de landman met berispelijke zorgeloosheid, naar lust en believen, in slingerende bogten door zijn land laat loopen, steelt regts en links stukjes land, die zij ondermijnde, tot zij ten laatste afbrokkelden en in haar bed stortten, zoo dat de beek nu, tot schade van den eigenaar van het land, er zich een' nieuwen weg om heen wroeten moet. Het ziet er wel schilderachtig en poëtisch uit als het kronkelende beekje zich door de beemden slingert, maar de landman moest liever op andere plaatsen poëtisch zijn dan op zijn land!

Den 25sten Augustus 1856 vond ik in het laagste gedeelte van het kleine Melchdal, in het kanton Unterwalden, eene vlakte van minstens ¼ □ mijl groot, een el hoog bedekt met rotsgruis, uit stukken zoo groot als een hoofd en grooter bestaande. Eenige dagen vroeger waren die steenen daar, na een' stortregen, heen gestuwd geworden door eene beek, de kleine Melch. Door vele honderden wagenvrachten zoude men naauwelijks weder kunnen opruimen, wat het water hier in weinige minuten opgestapeld had.

Ook moeten wij hier die soms zoo verderfelijke slijkstroomen vermelden, welke zich hier en daar vertoonen na eenen aanhou-

denden regen, of na een' plotseling begonnen dooi van groote sneeuwmassaas. Zij vertoonen zich het meest in zulke gebergten welker gesteente uit schilferglimmer en schilfertalk bestaat, waarvan de verweringsproducten, met water vermengd, een taai slijk vormen.

Aan het andere einde van de lange rij van vlietende wateren, die zulke verschillende krachten ontvouwen, staat de magtige stroom die in staat is om gansche vlakten voort te stuwen, halve provinciën om te keeren, en puin en lijken onder zand en slijk te begraven. Wij zullen later, bij de beschouwing van het bergijs, door cijfers de massaas zand en slijk, die door water voortbewogen worden, en wel hunne ontzettende grootte bewezen zien.

Vergeleken met de bewegende werking van het water zijn de werken van den mensch, om massaas in beweging te brengen, onbegrijpelijk nietig, hoe trotsch wij ook over „wonderen der wereld" mogen spreken. Men wil dat 63,000 menschen 20 jaren lang aan de grootste pyramide van Egypte gebouwd hebben, en hare inhoud bedraagt nog niet het millioenste gedeelte van eene kubieke mijl! Alles wat het menschdom sedert 6000 jaren aan bouwstoffen in beweging gebragt heeft, zou, bij elkander genomen, nog niet eens de ruimte van eene kubieke mijl opvullen. De Ganges alleen voert echter jaarlijks meer dan 1 kubieke mijl water naar zee, waarin ongeveer 1 procent slijk bevat is, dat voldoende zijn zou om 250 □ mijlen 1 voet hoog te bedekken. Deze rivier alleen beweegt dus in 100 jaren meer vaste stof dan het geheele menschdom in 6000 jaren in beweging gebragt heeft. Zelfs onze heldere Rijn, welks water slechts $^1/_{16000}$ zand bevat, zou jaarlijks $^1/_{11}$ □ mijl 1 voet hoog daarmede bedekken.

Dat de zee, welker stroomen wij reeds gedeeltelijk hebben leeren kennen, onophoudelijk aan hare kusten knaagt, of door den storm gezweept en door de maan tot springvloed opgeheven er massaas van afscheurt, bewijzen alle landen die aan zee liggen.

De kusten der Oostzee zijn in dit opzigt met bijzondere opmerkzaamheid nagevorscht geworden, en verschaffen den geoloog eene menigte leerrijke verschijnselen.

Het aan zeeboezems en eilanden zoo rijke Scandinavie en de deensche landen vertoonen, van alle landen van Europa, het duidelijkst de sporen van de krachtige werking van het water. De diep het land insnijdende fjörden van Noorwegen, de talrijke rivieren die Zweden doorkruisen, en zijne kusten tot uitgesneden randen maken, de rivieren welke meest alle uit bergmeren ontspringen, en over tallooze rotsverdiepingen naar beneden bruischen, bewijzen daar overal dat het land onder den invloed van het water zoo gevormd is. Het water is het ook waardoor Scandinavie tot het geboorteland van een groot gedeelte van het noordoosten van Duitschland geworden is. Hoe zonderling het ook klinkt, toch is het letterlijk waar: een gedeelte van het noorden van Duitschland is uit Scandinavie afkomstig.

Een blik op eene goede landkaart en de herinnering aan de bijna tot een spreekwoord gewordene effene vlakte van noordelijk Duitschland, dat aan wateren en meren zoo rijk is, in tegenoverstelling van de uitgeholde, klippige stranden van Scandinavie, maakt zoo iets reeds geloofelijk. Doch zekerheid verkrijgt men als men zich overtuigen kan dat de onmetelijke lagen zand en leem van noordelijk Duitschland niet uit het zuiden afkomstig kunnen zijn, daar men in het zuiden vruchteloos naar rotsen zoeken zou, welker gesteente met de tallooze, soms reusachtige keijen overeenkomt, die in groote, naar het zuiden gewelfde bogen over noordelijk Duitschland uitgestrooid zijn, terwijl men integendeel de bergen van Scandinavie uit volkomen daaraan gelijke steensoorten ziet bestaan.

Doch dit ligt in het grijze gebied van het geologische verleden, ofschoon ook daarover toen reeds het morgenrood onzer tegenwoordige aard-*époque* begon te schemeren; dit gebeurde in den zoogenaamden ijstijd, een door de wetenschap nog slechts ter naauwernood opgehelderd gedeelte van het jongste verleden der aarde, in hetwelk na den langen, milden, tertiairen tijd, die bijna tropische heerlijkheden bezat, in het midden en het noorden van Europa eene zoo geweldige verijzing aanving, dat onze tegenwoordige bergijsmeren, hoe reusachtig zij ons ook voorkomen, slechts als

nietige overblijfselen daarvan te beschouwen zijn. Echter zal de straks te vermelden Humboldt-gletscher, op 79° N.B., aan die bergijsmeren van den ijstijd weinig of niet toegeven.

In dien ijstijd, welks bezinksels men het diluvium noemt, vond de gedaanteverandering plaats van het noord-oostelijk Duitschland, van Scandinavie, namelijk van Zweden, uitgaande. De benaming ijstijd is echter in zoo verre onjuist dat zij een' toestand schijnt te moeten aanduiden, die de geheele oppervlakte der aarde betreft, wat op verre na niet waar is, daar hij slechts op een klein gedeelte der aarde toepasselijk geweest is. Wij verwijzen hier naar eene reeks van artikelen, welke OTTO ULE, in het tijdschrift *„die Natur,"* over de geschiedenis der Oostzee-landen geplaatst heeft, want het zou ons te ver van het doel van dit boek voeren, als wij al de gedaanteveranderingen der aarde, die door het water uitgevoerd zijn, op het geheele veld der geologie wilden nagaan. Daarom bepalen wij ons hier tot datgene, wat de zee voor onze oogen aan de physiognomie der aarde weet te veranderen.

Zandige stranden zijn natuurlijk het meest aan dien veranderenden invloed van de zee onderworpen. De duinen, die ons hier het eerst voor den geest komen, zijn echter slechts voor een gedeelte voortbrengselen der zeegolven, zij zijn tevens een speeltuig der winden. Elke orkaan is in staat om de strandlijn merkbaar te veranderen, vooral dan als hij er regelregt op aanstormt.

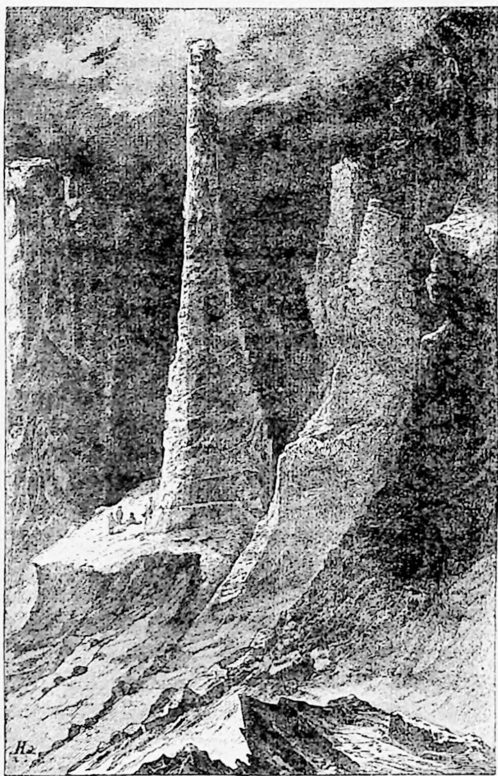
Maar ook zelfs rotsige stranden zijn aan dat onophoudelijke geweld der wateren onderworpen. Als voorbeeld dient ons vooral het kleine eiland Helgoland, dat met langzame, maar zekere schreden zijnen ondergang te gemoet gaat. Zulke, door de zee afgeknaagd wordende, rotsige stranden vertoonen, gelijk bekend is, dikwijls de grilligste en zonderlingste vormen. Dunne muren of loodregte, steil opstijgende klippen, of rotsen die op het punt schijnen van om te storten, stijgen uit de branding op, als verlorene posten in den ongelijken strijd, maar dikwijls ook tevens als stormbokken tot beveiliging voor daar achter liggende oeverrotsen. Die klippen zijn dikwijls rotsbrokken, welke van den steilen

strandmuur afgestort zijn, doch meestal hebben zij haar ontstaan aan eene andere omstandigheid te danken. De rotsen zijn namelijk zeer dikwijls uit gesteenten van verschillende hardheid en digtheid zamengesteld. Plutonische gesteenten, zoo als graniet, syeniet, dioriet, porphyr, basalt, welke, uit het binnenste der aarde, door het vuur vloeibaar gemaakt, opwelden, en de wijd geopende spleten der laaggesteenten opvulden, welke zij doorgebroken hadden, vormen zoodoende op vele plaatsen der aarde een bont mengsel van zeer verschillende, maar innig verbondene gesteenten. Natuurlijk heeft de uitspoelende kracht van den schuimenden maalstroom der golven, op de weekere gedeelten van zulke rotsen schielijker en gemakkelijker vat dan op de harderen. Dan staan eindelijk die laatsten nog slechts eenzaam daar, alleen nog onder den zeespiegel met den rotsgrond verbonden, gelijk in de rookende puinhoopen van een verbrand huis de muren en schoorsteenen nog staande gebleven zijn.

In de groep der Shetlands-eilanden en aan de kusten van Noorwegen staan dikwijls, ver van het vaste land af, eene menigte van zulke rotsen, waarin wij alzoo de laatste overblijfselen van vroegere groote rotseilanden zien mogen, aan welke de onverzadelijke zee, misschien reeds sedert millioenen jaren knaagt en er voortdurend van afbrokkelt.

Een der belangrijkste gevolgen van dit geweld der wateren, is ons in den jongsten tijd bekend geworden door den moedigen aanvoerder van de laatste expeditie ter opsporing van Franklin, Dr. Elisha Kent Kane. In eene groote bergkloof staat, als een door de reuzen opgerigt gedenkteeken van hunne door Zeus bedwongene magt, eene loodregt opstijgende zuil van 480 voet hoogte, op een voetstuk van 280 voeten hoog. Kane vergelijkt haar met de zuil op de *place Vendôme* en de afbeelding er van in zijne reisbeschrijving, die wij hier een weinig verkleind in figuur 17 weder geven, bevestigt die vergelijking. De onmiddellijke nabijheid van de zee, en de aard der gesteenten waaruit de bergen daar bestaan, verklaren voor den man van wetenschap dat schoone gewrocht volkomen, hoezeer de onkundigen en bijgeloovigen daarbij ook aan

Fig. 17.



Tennysons-monument.

duivelskunstenarij mogen denken. De zuil zelve bestaat uit dioriet, een der hardste plutonische gesteenten, terwijl de omringende rotsen kalkhoudende phtaniet zijn. Hier had dus duidelijk eene dunne, loodregt opwaarts gedrongene diorietmassa zich in dien phtaniet opgeboord, en nu staat zij vrijelijk en los dáár, nadat rondom haar de

weekere kalksteen, die haar eens omgaf, is opgelost geworden. KANE noemde die door de natuur gebouwde reuzenzuil Tennysons-monument, naar het duistere karakter van de poëzij van dien dichter. Zij moest Kanes-monument heeten, want de edele man is, kort geleden, aan de gevolgen van de vermoeijenissen der reis gestorven, terwijl hij, dien men zoo herhaaldelijk te vergeefs gezocht heeft, misschien met zijne lotgenooten in een' verborgen hoek van het een of ander poolland, zijn droevig aanzijn rekt.

Het is gemakkelijk om ons nu nog meer zulke van den aard der gesteenten afhangende afknagingen van strandrotsen door de zee voor te stellen. Strandrotsen welker lagen horizontaal gelegen zijn, vertoonen, uit den aard der zaak, misschien eerst na langen tijd, van onderen uitgeholde, overhangende rotsmuren, of als dezen door hun eigen gewigt, dat niet meer ondersteund wordt, afbreken, weder loodregte rotsmuren, tot ook dezen weder op gelijke wijze uitgehold en uitgespoeld en tot nederstorten gedwongen worden. Op deze wijze moeten er zich, vóór de kust, uit die naar beneden gevallene massaas, reusachtige steendammen opstapelen, welke misschien eenigen tijd het strand beschermen, tot dat zij door de golven der zee, door den orkaan gezweept, weggespoeld worden.

Als de lagen der strandrotsen schuins onder den zeespiegel opschuiven, dan glijden de golven bij die hellende muren gemakkelijk en ligt op en af, en zelfs een zacht gesteente weêrstaat langen tijd de verwoesting. Zulke rotsen ontwijken, als 't ware, den strijd met de golven, terwijl daarentegen die rotsen, welker lagen schuins naar boven in de zee uitsteken, en dus der zee onder zich eene goede gelegenheid tot aanvallen aanbieden, dien strijd heldhaftig opnemen.

Daar wij door de geologie weten dat het tegenwoordige vaste land in vroegere tijdperken der aarde, bij afwisseling en op verschillende uitgestrektheden, door de zee bedekt is geweest, en er dus ook toen aan zijne kusten dergelijke gedaanteveranderingen, en misschien wel met nog meer geweld, moeten geschied zijn, zoo vinden wij daarin eene gepaste verklaring van de zoogenaamde

felsenmeere, zoo als men die over groote vlakten, zelfs op bergvlakten verspreide en als daarheen gestrooide massaas steenblokken noemt, welke b. v. in fransch Zwitserland en in het Odenwald gevonden worden. Doch wij moeten toch niet te spoedig in deze rigting ons besluit nemen, want wij zullen bij de beschouwing van het bergijs eene andere aanleiding tot dergelijke verzamelingen van steenblokken leeren kennen.

Wij moeten nu nog eenige andere afbrekende werkingen van het water beschouwen, welke vooral het spreekwoord van het uitholen van den steen door het druppelende water, tot een waar woord maken.

In de gebergten vindt men, aan den rotsigen oever van steil naar beneden stortende bergwaters, somtijds de zoogenaamde reuzenketels. Dit zijn bekervormige, loodregt in de oeverklippen ingedrongen uitholingen of kuilen, somtijds van 4 tot 5 voet wijdte, en eene nog veel grootere diepte. De mond of de opening dier kuilen ligt altijd in het waterpas van de beek, namelijk gelijk met haren hoogwaterstand. Honderde bezoekers van de Alpen gaan achteloos eene belangwekkende plaats van de Aar, in het Oberhaslidal voorbij, waar, digt bij de Tschingelbrug twee reuzenketels naast elkander gevonden worden, een die reeds gereed is, en een waaraan de vlijtige beek nog altijd, zoo als misschien reeds sedert vele tientallen van jaren, arbeidt. Ik vond haar echter uitrustende, want de waterstand was laag. De begonnen kuil zal omtreeks een voet diep en vier voet wijd geweest zijn. De draaijende boor lag er nu rustig in: een stuk graniet, ongeveer zoo groot als een hoofd. Als in het voorjaar en tot in den zomer, de Aargletscher rijkelijker smeltwater levert, en ook de rondom gelegene sneeuwbergen honderden van kleine bronnen voeden, die alle naar het rotsige bed van de Aar loopen, dan wordt de opening van den te bearbeiden kuil overstroomd, en in dien kuil door de rivier, die er met groot geweld in opbruist, eene snelle draaikolk verwekt, die den steen in een' kring ronddraait en zoo de rots uitholt. Het toeval is hier de werkman, die van eene, een weinig uitgeholde rotsvlakte gebruik maakt, om den langdurigen

arbeid te beginnen. Daar is het gesteente en waarschijnlijk ook de draaijende en borende steen een wit, fijnkorrelig, zeer hard graniet, en om de afgewerkte riesentopf, die op den regteroever zich bevindt, en toen met een zandig slijk gevuld was, te vormen, zijn er zekerlijk vele honderde steenen noodig geweest, welke natuurlijk sneller afsleten, dan de rots die uitgehold moest worden. Een gemakkelijker werk hebben de rivieren der vlakte die tusschen kleioevers stroomen, welke bij eene plotselinge bogt zeer dikwijls ten minste halfronde kuilen draaijen, eeniglijk door de dwarrelbeweging van het water.

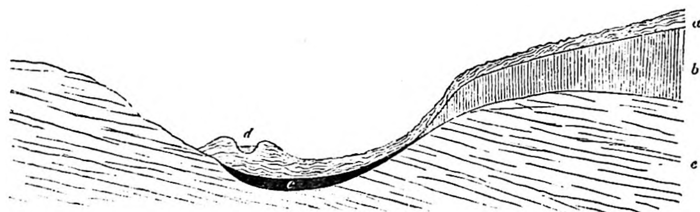
Geheel anders zich voordoende, maar toch op geheel gelijke wijze ontstaan, zijn de zoogenaamde karren of sporen, welker naam zeer zeker op hunne gelijkheid met diep uitgeredene wagensporen berust. De kleine beekjes van regen- en sneeuwwater, welke langs sterk hellende en tamelijk gladde rotsmuren afbruischen, voeren zonder twijfel, in sommige jaargetijden, ook grof zand en kleine steentjes met zich mede, en slijpen daardoor langzamerhand min of meer diepe groeven in de rots, welke dan de vaste bedden voor nieuwe, steeds wederkeerende stroompjes blijven, en aan het gesteente een eigenaardig gestreept voorkomen geven.

Op deze en dergelijke uitspoelingen van rotsen, door eenen aanhoudenden of tijdelijk afgebroken loop van water, is natuurlijk de hardheid en andere eigenschappen van het gesteente van invloed. Aan zulke door water uitgeslibde rotsmuren ziet men dikwijls uitstekende kammen of knoesten, en kuilen of groeven, de eersten door hardere gedeelten van het gesteente (kristallen, versteeningen, gangen van hardere massaas), de laatsten door weekere gedeelten veroorzaakt.

Men is soms wel geneigd geweest om aan die langzaam en allengs werkende uitslibbing door het water, het ontstaan van de dalen toe te schrijven; maar al zijn er ook vele op die wijs gevormd — de zoogenaamde uitgespoelde of uitspoelingsdalen — zoo zijn andere dalen toch even dikwijls, zoo niet vaker, door splijting van de oppervlakte der aarde, en door het opstijgen van plutonische massaas, of door het opgerigt worden van lagen

van laaggesteenten ontstaan. Een der belangrijkste voorbeelden van eene verrassend snelle uitspoeling, zelfs van een hard gesteente, welker duur en uitwerkselen men naauwkeurig kent, bevindt zich aan den voet van den Etna. Daar heeft, in het jaar 1603, een lava-stroom de rivier Simeto dwars doorgesneden en haar afgedamd. Tegenwoordig is die dam van zeer harde, bazaltachtige lava, weder doorgespoeld, en is het bed van meer dan 50 voet breedte en 30—40 voet diepte weêr hersteld (zie figuur 18).

Fig. 18.



a. Lavastroom. *b*. Etna-kegel. *c*. Voormalige bodem van het dal. *d*. Nieuw bed van den Simeto. *e*. Laaggesteenten in den omtrek van den Etna.

In de watervallen vereenigt zich de langzaam werkende, uitspoelende kracht, met het plotseling afbrekende geweld tot een zeer gevreesd bondgenootschap. Het grootste bewijs daarvoor is de waterval van Niagara. Deze heeft, door het voortdurend teruggaan van zijne plaats van afstorting of zijnen valwand, sedert duizende jaren lang, eene lange en diepe rotskloof uitgehold.

Elke waterval moet noodzakelijk, de een meer, de andere minder, steeds terugwijken, daar hij de rotsmuren, over welke hij naar beneden stort, onophoudelijk afbrokkelt en afslijpt, vooral als hij op zekere tijden zand en steenen met zich voortsleept. Men heeft, ten gevolge van deze waarneming, het achteruit wijken van den waterval van Niagara tot aan zijn aanlanden in het meer Erie, waaruit hij, gelijk bekend is, voortkomt, meenen te kunnen berekenen, en daarmede de vrees voor groote overstroomingen verbon-

den. Maar DESOR heeft, na naauwkeurige onderzoekingen, die hij op de plaats zelve gedaan heeft, in het tijdschrift „*die Natur*" bewezen, dat het terugwijken van den Niagara-waterval veel langzamer geschiedt, dan men gewoonlijk gelooft, en dat die gevreesde gebeurtenis misschien zelfs in 't geheel niet zal plaats hebben, of althans eerst in zoo verwijderde tijden, dat zij ver aan gene zijde van dit en de volgende geslachten liggen.

TWEEDE AFDEELING.

OPBOUWENDE WERKING VAN HET WATER.

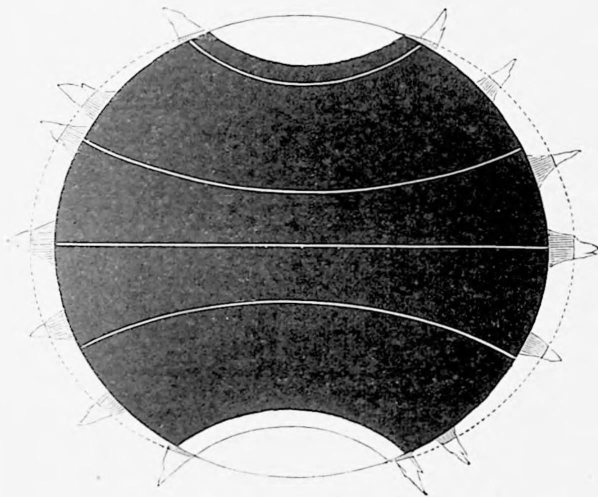
De sneeuwgrens, Fig. 19, de eerste voorwaarde tot het ontstaan van bergijs. Sneeuwkom. Hoogsneeuw. Hoogijs. Hoogsneeuwijs. Laagsneeuwijs. Sneeuwijs. Sneeuwijskom. Bergijs. Bergijskorrels. Haarbarsten. Schema van een bergijsmeer, Fig. 20. Breedte en dikte van het bergijs. Beweging en meting van het bergijs. Verscheuringen van het bergijs. Bergijsbarst. Spleten krijgen, Fig. 21. Randkloof. Bergijsgroef. Smelting van het bergijs. Steendijken, Fig. 22. Bergijstafel, Fig. 23. Oppervlakte van het bergijs, Fig. 24. Grondsteendijken. Bezoek op een bergijsmeer. Bodem er onder. Bergijsbeek. Bergijspoort, Plaat III. Nollen. Het afslijpen der rotsen door het bergijs, Fig 25. Krassen. Oude sporen van den Unteraargletscher. Plaat IV. Loop van de Aar tot het Briënzermeer. Streek van het bergijs. De Humboldt-gletscher, Plaat V. Drijvende ijsbergen. Bergvlot, Fig. 26. Erratische of zwerfblokken. Veranderingen in de bergijsvorming. Ouderdom van het tegenwoordige bergijs. Diluviaal bergijs. Oude steendijkblokken, Fig. 27. Sneeuwvallen. Stuifsneeuwvallen. Bannwälder. Lauizug of Lahnenrunst. Sneeuwvalbrug. Rol- of grondsneeuwvallen. Erwtensteen. Travertino. Druipsteen. Zoetwaterkalk. Zoetwaterkwarts. Grind. Grindhoop of gruisdam. Deltavorming. Lagunen. Haffen. Neringen. Duinen. Veen. Derrie. Koraalriffen. Atollen.

> Uit datgene, wat het water in vorige tijden opgebouwd heeft, maakt de geoloog gevolgtrekkingen ten opzigte van den gang dien de vorming van de aardkorst genomen heeft, gelijk de geschiedkundige uit overblijfselen van gebouwen de eerste schreden en de ontwikkeling van het menschdom tracht op te sporen.

Vóór dat wij tot de beschouwing van de opbouwende werking van het water overgaan, moge hier nog een der grootste verschijn-

selen, welke het water ons oplevert, zijne plaats vinden. Afbreken en opbouwen worden daarin met elkander verbonden, en het jongste geologisch verleden wordt daarin aan het heden vastgeknoopt — wij bedoelen datgene wat ijs en sneeuw, bergijs en bergsneeuw, genaamd wordt.

Fig. 19.



Schema van de sneeuwgrens.

Wij geven hier vooraf, in figuur 19, eene schema van de sneeuwgrens op de geheele aarde. Het is bekend dat de grens der eeuwige sneeuw onder den aequator het hoogst en nabij de polen het laagst ligt. Om dit duidelijk te maken is er op de figuur, aan beide zijden, eene gestippelde, gebogene lijn geteekend, welke onder den aequator het hoogst boven den omtrek der aarde ligt, en naar de poolkringen heen haar (de aarde) telkens meer en meer nadert, totdat zij haar ten laatste aanraakt. Die gebogene lijn, welke men zich als over elken meridiaan getrokken denken kan, door-

snijdt de bergfiguren, die, in verhouding tot de middenlijn der aarde natuurlijk veel te groot geteekend, aan beide zijden van den aardbol aangebragt zijn. Zij geven de sneeuwgrens te kennen, zoo als die naar de geographische breedte afwisselt. In de poolstreken ligt de sneeuwgrens slechts weinig hooger dan de waterspiegel der zee, terwijl zij onder den aequator 14,400 voet hoog ligt.

De sneeuwlijn is niet, zoo als van zelf schijnt te spreken, aan eene gemiddelde temperatuur van 0° gebonden, maar zij wordt gewoonlijk door eene vele graden lagere temperatuur vergezeld.

De volgende lijst geeft, trapsgewijze van den aequator naar de polen opgesomd, de hoogte van de sneeuwlijn in eenige voorbeelden te kennen:

1) 0° onder den aequator (Quito). . . . . . . 14,400 voet.
2) 2° 18′ Vulkaan Puracé in Zuid-Amerika. . . 14,000 〃
3) 8° 5′ Sierra Nevada de Merida in Zuid-Amerika. 13,600 〃
4) 13°15′ Abyssinie in Afrika. . . . . 12,800 〃
5) 31° Himalaya (Noorderhelling). . . . . . . 15,600 〃
6) 〃 〃 (Zuiderhelling). . . . . . . 12,100 〃
7) 38° 33′ Argaeus in Klein-Azie. . . . . . 9,700 〃
8) 46° Alpen. . . . . 8,000 〃
9) 53° Unalaschka in Kamtschatka. . . . . . 3,200 〃
10) 60°—62° Noorwegen. . . . . 4,600 〃
11) 70° Noorwegen. . . . . 3,200 〃
12) 74° 30′ Beereneiland (in het noorden van Europa). 500 〃

Uit de drie, onder 5, 6 en 10 opgegevene gevallen blijkt het reeds, dat de sneeuwgrens niet van de geographische breedte alleen afhangt, en dat men, voor een bepaald punt der aarde, de sneeuwlijn geenszins, zonder iets meer te doen, naar de geographische breedte, van de studeertafel opgeven kan. Wij kunnen ons daarover niet verwonderen, sedert wij weten, dat de verdeeling der warmte in de luchtzee — een zoo gewigtig feit in de voorwaarden tot de vaststelling van de sneeuwgrens — van de stroomen van den dampkring en van die van de zee afhangt. Zoo is het ook een verschijnsel, dat evenzeer tegen de theorie strijdt, dat in de poollanden de sneeuwgrens nergens tot aan den zeespiegel afdaalt.

Daardoor ontstaat de drievoudige vraag: 1°. of die vaststelling van de sneeuwgrens meer van de gemiddelde zomerwarmte, of 2°. van de gemiddelde winterwarmte, of 3°. van de gemiddelde jaarwarmte afhankelijk is. Leopold von Buch heeft er het eerst opmerkzaam op gemaakt, dat de gemiddelde zomerwarmte hierbij den meesten invloed heeft, en daardoor zijn ook de onregelmatigheden in het afdalen van de sneeuwgrens, naar de polen, gemakkelijker te verklaren. In de poolstreken is de gemiddelde zomerwarmte, in verhouding tot de gemiddelde jaarwarmte, veel grooter dan naar den aequator, waar die verhouding hoe langer hoe meer vermindert. Landen met eene betrekkelijk geringe zomerwarmte hebben een gematigd of kustklimaat, en ontvangen eene buitengewoon groote hoeveelheid regen, waarom hier de sneeuwlijn laag moet liggen. In een land integendeel, dat een vastelandklimaat met betrekkelijk groote zomerwarmte heeft, smelt niet slechts de sneeuw der bergkruinen, door ontdooijen, alle jaren in steeds hooger liggende streken, maar het ontvangt bovendien ook veel minder atmospherisch water.

In Noorwegen nu liggen die beide voorwaarden zeer digt bij elkander. De stad Bergen op de westkust heeft jaarlijks 77 duim, terwijl Upsala, op tamelijk gelijke breedte, maar op de oostkust, slechts 16 duim regen jaarlijks krijgt. Zoo is het reeds hieruit gedeeltelijk te verklaren, waarom Noorwegen van 59° 9′ tot 60° 6′ zulke zoo zeer verschillende sneeuwgrenzen heeft, welker cijfers tusschen 3200 en 5000 voet liggen.

Er komen echter bij die omstandigheden nog andere, welke op de bepaling van de sneeuwlijn van invloed zijn, en waarvan vooral de grootere of kleinere hoeveelheid sneeuw, die jaarlijks valt, de voornaamste is. De ligging tegen de hemelstreek moet insgelijks denzelfden invloed hebben, daar het smelten der sneeuw ten minste voor een gedeelte van den stand der zon afhankelijk is. Van daar ligt de sneeuwlijn aan de noordzijde der Alpen omstreeks 900 voet lager dan aan de zuidzijde. Een groot onderscheid maakt het verder, of een berg, die boven de sneeuwlijn uitsteekt, eenzaam in een vlak land staat, of eene schakel van eene groote bergketen is.

In het eerste geval moet de sneeuwgrens hooger liggen, wijl de warmte, welke van de sterk verwarmde vlakte opstijgt, de sneeuw hooger smelten doet, gelijk dit b. v. bij den Ararat het geval is, op welken berg de sneeuwgrens op 13,000 voet ligt; terwijl het koudere bergklimaat het tegenovergestelde veroorzaken moet.

Het boven aangewezene verschil, onder N°. 5 en 6, van de sneeuwgrenzen van den Himalaya, is weder op eene andere wijze te verklaren. Van het zuiden af rijst dit grootste aller gebergten als een ontzettende muur uit de vlakte omhoog, terwijl het in het noorden naauwelijks den indruk maakt dien de Alpen geven, daar zich hier eene meer dan 12,000 voet hooge vlakte aan de bergen sluit. Ten zuiden worden de kruinen door koele, vochtige zeewinden getroffen, terwijl de noorderhelling voor drooge en warme landwinden open ligt. Daardoor moet de sneeuwgrens aan de zuidzijde lager dalen dan aan de noordzijde. Nog meer in het oog vallend en van den gestelden regel afwijkende is de sneeuwgrens van den op 16° tot 17° Z. B. liggenden berg Illimani in Bolivia, waar zij 15,828 voet hoog ligt. Men vindt de verklaring in de stralende warmte van de hooge vlakte waarboven die berg zich verheft en in de drooge lucht, welke hem bovendien weinig sneeuw bijzetten kan.

Ook in de alpenmassa, welke het midden van Europa inneemt, is de sneeuwgrens zeer verschillend. Dooreengenomen is zij in de Alpen bij de 8000 voet te rekenen, terwijl zij op den top van den Ortle tot 7050 voet daalt, omdat deze als plotseling oprijzende bergspits zich uit eene onafzienbare sneeuwwoestijn verheft.

Uit de volgende beschrijving van het bergijs en van zijne uitwerkselen zullen wij overigens zien, dat de benaming „eeuwige sneeuw" niet zoo verstaan moet worden, alsof dezelfde sneeuw onveranderlijk liggen bleef. Zij is integendeel aan eene aanhoudende, hoewel zeer langzame afneming onderworpen. Wij zien die slechts niet, wijl het wel nooit tot eene volkomene opruiming der sneeuw komt, en het verlies steeds weder vergoed wordt, door het vallen van sneeuw, dat in alle jaargetijden plaats heeft. Men moet daarom, als men misverstand voorkomen en zich volkomen

juist uitdrukken wil, niet zeggen: „boven de sneeuwgrens ligt eeuwige sneeuw," maar „ligt altijd sneeuw,"

Wij mogen van de vermelding der sneeuwgrens, die eerste en voornaamste voorwaarde tot het ontstaan van bergijs, niet afstappen, zonder met een enkel woord te herinneren aan de betrekking, die er bestaat tusschen haar en de grens van den plantengroei. In het algemeen komen beiden, hoe verder naar de polen, des te digter bij elkander. In Lapland zijn zij nog slechts 1500 voet van elkander af, in Noorwegen 1900, in Zwitserland 2700, in de Apenijnen en Pyreneën 3000, op den Etna 4000 voet.

Doch als men eene ligging boven de sneeuwlijn de eerste voorwaarde van het ontstaan van het bergijs noemt, zoo is het bestaan van bergijs, hoewel zekerlijk en noodzakelijk onder die voorwaarde aangevangen, niet tot die sneeuwlijn beperkt, maar het daalt dikwijls vele duizende voeten lager naar beneden, waarvan wij later eenige voorbeelden zullen opnoemen.

De daaraanvolgende voorwaarde is eene plaatselijke: eene uitgestrekte, door steile bergen omringde, vlakke, slechts weinig afhellende kom, die in een' naar beneden loopenden rotsgang overgaat en waarin zich groote massaas sneeuw verzamelen kunnen. Zulk eene kom vormt de sneeuwkom, welker grootte natuurlijk in verhouding staat tot de massa bergijs, die er van afkomt, of liever, veel bergijs geeft eene groote sneeuwkom, weinig eene kleine te kennen. Voor vele bergijsmeren moet het bij die vooronderstelling blijven, want zeer dikwijls is de sneeuwkom onbereikbaar diep tusschen de gruwzame doolhoven der alpenkruinen verscholen. Zulke kommen, ketels of bekkens zijn meer of min talrijk, naar de natuur van het gebergte. Bijzonder rijk zijn daaraan de zwitsersche Alpen en de montblanc-keten; zulk een gebergte moet met zijne bergijsstroomen, naar alle kanten door de dalkloven naar beneden vloeijende, van eene groote hoogte beschouwd, er uitzien alsof het met een gescheurd wit kleed bedekt was, door welks gaten de kale zwarte rotsen uitsteken, en welks lange, dunne, witte franjes tot in de dalen afhangen. De bergketen van het berner Oberland zendt, uit de ontzettende sneeuwwoestijnen in den omtrek

van den Finsteraarhorn, welke men op 38 □ uren schat, behalve vele kleine, 12 bergijsstroomen van den eersten rang naar beneden, waarvan sommigen vele uren lang zijn. Naar het N.W. zakken van den Montblanc 7, naar het Z.O. 11 groote, en buitendien nog een groot getal kleine bergijsstroomen naar beneden.

De sneeuw, welke zich in de sneeuwkommen verzamelt, verandert aan hare onderste grenzen langzamerhand in sneeuwijs. De sneeuw, die boven de sneeuwlijn valt, is gelijk aan die, welke bij groote koude in de dalen en in de vlakte valt; dat is, zij bestaat niet uit groote, losse vlokken, maar uit kleine, dikwijls symetrisch zamengevoegde ijsnaaldjes, en verkrijgt daarom den onderscheidenden naam van hoogsneeuw. Zij is droog en zeer bewegelijk, en daarom zijn in het najaar, als de lager liggende sneeuwmassaas, die zich ligter zamenpakken, reeds lang weggesmolten zijn, de sneeuwvallen, lauinen of lawinen, die dan naar beneden komen, zoogenaamde stuifsneeuwvallen, welke, over de rotstrappen en rotsgroeven heen naar de laagte stortende, er van verre volkomen als stroomen van melk uitzien; en van daar kan ook elke windvlaag de hoogsneeuw van de kruinen in de sneeuwkommen zamendrijven. Hierdoor ziet men ook zelden een hooge, in de sneeuwstreek liggende alpentop, waarop geene talrijke, zwarte rotskegels en kammen uit het schitterende wit te voorschijn treden. Dit is iets, dat hem, die de Alpen voor het eerst bezoekt, zeer verrast. Men had de bergspitsen, die boven de sneeuwlijn uitsteken, geheel en al in sneeuw gehuld verwacht, en zoo zou men het ook vinden, als de sneeuw hierboven, gelijk de sneeuw van onze vlakten, tot zamenpakken geneigd was.

In het laatst van den zomer wordt de hoogsneeuw als 't ware verstijfd, daar hare oppervlakte door den dooi zich in eene ijskorst verandert; zulke ijskorsten vindt men dan vele in het binnenste van de sneeuw, door eene telkens vernieuwde herhaling van dooijen en sneeuwen, boven elkander liggen en door lagen losse hoogsneeuw van elkander gescheiden. Als dan door de koude die ijskorsten scheuren, worden de schotsen, door de winden over de sneeuwkommen heen naar beneden gedreven, en men berekent dikwijls reeds uit de verte aan de groeven, welke door die schot-

sen in de sneeuw gemaakt zijn, de plaatsen waar de sneeuwkom de grootste afhelling heeft. Bij een' sterken dooi zijpelt het smeltwater tot op den bodem van de sneeuwkom en overdekt dien, benevens alle rotsen, zoo ver zij onder de sneeuw bedolven zijn, met het zoogenaamde hoogijs, een bijzonder digt en glazig ijs.

De vorming van het sneeuwijs is gelijk aan de verandering die men ook aan de sneeuw onzer vlakten somtijds waarnemen kan, als zacht dooiweder bij dag steeds door nachtvorsten afgebroken wordt. De sneeuwvlokken pakken langzamerhand zamen, en vormen eene grofzandige of korrelige sneeuw, welke korreltjes 's morgens aan elkander gevrozen zijn. Op deze wijze verandert de fijne hoogsneeuw achtereenvolgend eerst in hoogsneeuwijs, verder naar beneden in grofkorrelig, reeds eenigzins zamenhangend laagsneeuwijs, en vervolgens in het reeds geheel in zijne deelen tot eene massa geworden sneeuwijs, dat nog slechts weinig van het bergijs verschilt.

Al die trappen kan men evenzoo aan onze vlaktesneeuw, bij eene langzaam voortgaande smelting, als een voorbijgaand verschijnsel tamelijk naauwkeurig waarnemen. Ook daarin is er gelijkheid, dat het sneeuwijs niet zoo schitterend wit is als de hoogsneeuw, even als de smeltende sneeuw onzer akkers er morsiger uitziet in de lente dan gedurende de wintermaanden. Dit komt ten deele door het te voorschijn komende stof, dat er donkerder uitziet doordien het nat wordt, en ten deele door de doorzigtigheid van de ijzige sneeuwkorrels.

Tot het vormen van het sneeuwijs draagt vooral die sneeuw veel bij, welke in Mei en nog later valt, daar haar smeltwater de oude sneeuw, die er onder ligt, doordringt en als 't ware drenkt.

De hoeveelheid der in die hooge streken vallende sneeuw bedraagt, van het begin van den zomer af, 40 tot 50 voet, welke zich tot eene laag sneeuwijs van 5 tot $7^{1}/_{2}$ voet verdikt.

Het benedenste gedeelte van de sneeuwkom, waar de hoogsneeuw in sneeuwijs veranderd wordt, noemt men de sneeuwijskom, welke natuurlijk even min naar boven, naar de sneeuw, als naar beneden, naar het ijs, eene scherpe afscheidingslijn heeft, daar alles slechts een langzame overgang van den eenen in den anderen toestand is.

11*

Aangezien dus de warmte de aanleidende oorzaak van de ijsvorming is, zoo klimt ook het tot ijs worden aan die deelen van het bergijs welke het meest aan de warmte blootgesteld zijn, hooger op dan aan andere gedeelten waar dit niet het geval is. Het eigenlijke begin van het bergijs ligt alzoo des te hooger, hoe meer het aan de warmte van de zonnestralen blootgesteld is.

Wij kunnen reeds uit de vermelding van deze voorwaarden tot vorming van het bergijs begrijpen, dat dit er geheel anders moet uitzien dan het waterijs. Al naar de grootere of kleinere hoeveelheid ingeslotene lucht, is het wit of blaauw van kleur. In het blaauwe bergijs zijn de ruimten, welke in het witte bergijs door lucht gevuld zijn, niet met ijs maar met water opgevuld, zoodat er uit de breukvlakten van een stuk blaauw bergijs bijna altijd water vloeit.

Herinneren wij ons nu dat het bergijs het geheele jaar lang aan eene groote menigte van krachten en invloeden onderworpen is, dan moeten wij het zeer begrijpelijk vinden dat het grootelijks van het digte waterijs verschillen moet. Zijne korreligheid, zijne luchtblazen van onderscheidene gedaanten, en zijne drenking met water vinden wij zeer natuurlijk, en eveneens dat er zich in eene bergijsmassa strepen van blaauw, dat is luchtvrij ijs moeten bevinden, die op den grond daarvan gevormd zijn.

In de tooverachtige, een' blaauwen gloed uitstralende holligheden van het ijs van den Rosenlanigletscher vond ik de steeds smeltende ijswanden op eene prachtige wijze aan zulke steenmozaïken gelijk, die niet uit bonte, even groote steentjes zijn zamengesteld, maar waar geheele figuren of enkele deelen er van, uit een effen, gekleurd gesteente gesneden zijn, en dus het geheele beeld, als men het zich kleurloos voorstelt, verscheidene stukken vertoont, die door slingerende lijnen aan elkander verbonden zijn. Zulk een ijsmuur in eene bergijskloof vertoont eene menigte onregelmatige lijnen, even als eene landkaart. Dat zijn de lijnen waardoor de groote en kleine ijskorrels, door de wonderlijkste bogten en krommingen, van elkander gescheiden zijn. Daardoor wordt er, omdat er in sommige tijden millioenen fijne waterstroompjes door heen

vloeijen, zekere verschuifbaarheid der geheele massa verwekt, terwijl de kromme lijnen toch het uit elkander vallen beperken, in spijt van den geringen zamenhang der deelen. De golvende grenslijnen der stukken van het bergijs vond ik, in Augustus, bij die beschrevene ijsmuren ook voelbaar, want zij schenen uitgediept te zijn door de kleine stroomen van het smeltwater, dat de geheele massa drenkt en er uitzijpelt.

Als men een' grooten dobbelsteen, uit bergijs gehouwen, op eene drooge plaats legt, dan zakt het in die aderen stroomende water naar het onderste gedeelte, dat daardoor gelijkmatig doorzigtig wordt, terwijl de bovenste, ontledigde helft daarentegen ondoorzigtig en wit wordt. Men heeft meermalen dat netwerk van haarspleten of haarbarsten, zoo als zij geheeten worden, zeer duidelijk te voorschijn doen komen door er eene gekleurde vloeistof in te laten dringen.

De bestanddeelen van de beschrevene massa van het bergijs noemt men de bergijskorrels.

Bij dat netwerk, dat wij dus niet als een net van draadvormige pijpjes, maar van krom loopende fijne barsten leerden kennen, bevinden zich in het bergijs nog bovendien die reeds gemelde luchtblazen, welke, van boven gezien, als ronde schijven en van ter zijde als dunne strepen zich voordoen; het zijn dus langwerpige, platgedrukte blazen. Nevens die regelmatige, zonder twijfel oorspronkelijk door lucht verwekte blazen, bemerkt men dikwijls anderen van eene onregelmatig stervormige of vertakte gedaante, welke ik door den „gletschermann" van den bovensten Grindelwaldgletscher zeer gepast „juweelen" hoorde betitelen, want zij schitteren als diamanten in het ijs. Het zijn misschien ledige, door het smeltwater zoo onregelmatig uitgevretene kleine ruimten.

De ware oorzaak van het ontstaan der haarbarsten is nog niet bekend, het laat zich echter denken dat er, bij de bijzondere wijze waarop het bergijs ontstaat, ook wel iets aanwezig zijn zal, dat die haarbarsten verwekt. Desor en Agassiz beweren, dat elke groote bergijskorrel, de platte luchtblazen, die er in bevat zijn, alle naar eene overeenstemmende rigting vertoont, en wel onaf-

hankelijk van de rigting welke de luchtblazen van eene naastliggende korrel hebben. Dit zou niet slechts een middellijk bewijs zijn voor die bovenvermelde verschuifbaarheid der bergijskorrels, maar ook bewijzen dat elk gedeelte zich onafhankelijk van het andere gevormd heeft.

Fig. 20.



S. Sneeuwkom. F. Sneeuwijskom. G. Bergijs.

Wij geven hier eene schema van een bergijsmeer van zijn begin, als sneeuwkom, tot zijn einde, als bergijs. Figuur 20 toont ons uit vogelperspectief, door de rondom staande steile bergen, door den zoogenaamden circus ingesloten, de sneeuwkom S en de sneeuwijskom F, die er zonder eene bepaalde grens in overgaat. Vooraan zien wij de sneeuwkom en de sneeuwijskom van een klein bergijsmeer, dat onderaan, door eene bergspits bedekt, in het groote bergijsmeer overgaat. De uitgestrektheid van vele sneeuwkommen en sneeuwijskommen is buitengewoon groot. Volgens Schlagintweit bedraagt zij bij bergijs van den eersten rang door elkander 7500 voet in de breedte en 55 millioenen □ voeten oppervlakte. Bij den Roseggletscher, een der Berninagletschers van Graauwbunderland, wordt de sneeuwijskom op 22,500 voet wijdte, en op 333 millioenen □ voeten oppervlakte geschat.

Met de uitgebreidheid van de sneeuwijskom staat echter geenszins de breedte van het bergijs in verband, want die is geheel en al van de breedte van het bed afhankelijk, maar slechts de dikte, dat is van de oppervlakte van het ijs tot den grond of de baan van het bergijs.

De dikte van groote bergijsmeren bij hun begin is nog niet gemeten. Bij den Aargletscher kreeg Agassiz, bij de proeven om door boring die dikte te meten, op 200 voet nog geen grond. Met *sondes* bereikte hij in bergijsspleten op eene diepte van 780 voet den grond niet. Met inachtneming van het afsmelten, de beweging en de helling van de bergijsbaan aan haar einde, berekende Agassiz de dikte van den Unteraargletscher, bij zijn begin, ter plaatse van het zamenvloeijen van den Finsteraargletscher en den Lauteraargletscher, tusschen de 1080 en 1380 voet. Aan die plaats kon men dus den toren van de Stephanuskerk te Weenen ongeveer 3 maal boven elkander begraven.

Zonder die feiten te kennen is men veelal geneigd om zich de dikte van het bergijs veel geringer voor te stellen. Als men uren aanéén op het bergijs wandelt, en aan beide zijden de oeverklippen omhoog steken ziet, dan kan men bijna de gedachte niet van zich werpen dat men op een' vasten dalbodem gaat, terwijl

wij toch, gelijk wij zoo even zagen, misschien meer dan duizend voet hoog daarboven staan. Het gaat ons daar als MUNCHHAUSEN, die zijn paard aan den weêrhaan van een' geheel ondergesneeuwden toren vastbond. Tot die misleiding draagt het feit, dat het onderste uiteinde van het bergijs misschien slechts eene geringe hoogte heeft, niet weinig bij, daar men onwillekeurig die hoogte voor de loodregte doorsnede van het geheele bergijsmeer houdt, terwijl toch de bovenste helft veel dikker moet zijn, omdat zij veel hooger ligt, het daar veel kouder is, en er daar minder ijs smelt.

De lengte en breedte der bergijsmeren is niet minder aanzienlijk. De geheele Aargletscher is 24,000 voet lang, in het begin 2350, en aan het einde 1200 voet breed. Daarbij komt dan nog de lengte van zijne sneeuwkom, die tot aan het begin bij den Strahleck, 24,000 voet is. Zoodat dus de geheele lengte, van den bovensten zoom van de sneeuwkom tot aan den voet van het ijs, 48,000 voet, dat is meer dan 2 geogr. mijlen bedraagt. De oppervlakte van den Aargletscher schat men op 86 milioenen □ voet, en de sneeuwijskom, die er bij behoort, op ongeveer even zoo veel.

Die maten zijn van den Aargletscher genomen, omdat deze sedert langen tijd het voorwerp der naauwkeurigste nasporingen geweest is, vooral van AGASSIZ, DESOR, C. VOGT, FORBES en DOLLFUS. De gebroeders SCHLAGINTWEIT, die thans waarnemingen in het Himalayagebergte doen, hadden vroeger daartoe den Pasterzengletscher in Tyrol gekozen.

Wij keeren naar punt G van onze afbeelding, het begin van het bergijs, terug.

Het zal ons niet verwonderen, nu wij de bijzondere wijzen van ontstaan en zamenstelling van het bergijs kennen, te vernemen dat het bergijs in onafgebrokene beweging is. Die beweging is geenszins een gevolg van den voortschuivenden druk van de sneeuwkom en de sneeuwijskom. Immers in dit geval moesten die beide, òf, door de eigene zwaarte naar ondergetrokken, met het bergijs naar beneden gaan, òf, nadat zij eenmaal

aan het ijs den stoot gegeven hadden, terugblijven; en het bergijs zelf moest dan spoedig weêr liggen blijven, of voortaan zijn eigene zwaarte volgen. Alle gedeelten echter, bergijs en sneeuwijs en sneeuw, blijven steeds in vasten zamenhang, en worden slechts tijdelijk door voorbijgaande oorzaken, zooals kloven, scheuren en dergelijken, gedeeltelijk gescheiden.

De beweging van het bergijs is niet het glijden van eene zamenhangende massa, gelijk bij dooiweder de sneeuwmassaas van onze steile daken afglijden, maar is een waar vloeijen, waarbij zich, hoezeer in veel beperkteren zin, de enkele deeltjes van het bergijs toch evenzoo verschuiven als de waterdeeltjes eener rivier. Wij weten dat het bergijs daarvoor geschikt is. Echter is die beweging nooit zoo snel dat men haar zien kan. Zij is slechts door het plaatsen van merkpalen te bespeuren. Den 7den Sept. 1856 kwam ik juist er bij, toen men op den Unteraargletscher een' nieuwen merkpaal oprigtte. Die, welken men 13 maanden vroeger naauwkeurig op hetzelfde punt opgerigt had, stond nu ongeveer 300 voet lager; zoo ver was hij dus met het bergijs naar beneden gerukt. Die palen werden in eene dwarsche lijn over het bergijs geplaatst, welker beide uiteinden, aan beide zijden van den bergijsstroom, aan de oeverrotsen met witte kruisen aangeteekend waren. Niet slechts de afwisselende helling van de ijsbaan en andere daarop invloed uitoefenende omstandigheden, veroorzaken een verschil in de snelheid van de beweging van het ijs, maar ook een en hetzelfde bergijs vertoont op verschillende tijden eene verschillende mate van beweging. Vooral heeft de warmte, door drenking van het bergijs met smeltwater, een' grooten invloed op de snelheid der voortschuiving. Die beweging is noch het afglijden van een vast ligchaam, noch het vloeijen eener taai vloeibare massa, b. v. van was, dat een weinig gesmolten is, noch ook het innerlijk, onophoudelijk door elkander dringen en voor elkander wijken van de deeltjes van eene taaije, korrelige brij — maar zij is eene zamenstelling van alle drie verschijnselen, aangedreven en ondersteund door de geweldige kracht der zwaarte.

Eene zoo bijzonder gevormde massa, die steeds in beweging en

zoo ontzettend van omvang is, moet voortdurend in hare structuur aan stukken barsten, hoezeer dit ook geen wezenlijk kenteeken van het bergijs is, maar meestal door plaatselijke uitwendige omstandigheden veroorzaakt wordt.

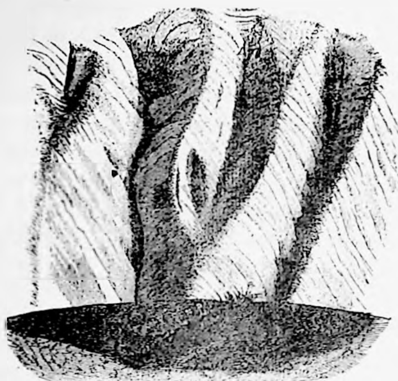
Een breede en diepe holle weg kan ons somtijds eene voorstelling in het klein geven van eene sneeuwijskom, als er zich aan de eene zijde eene hooge sneeuwlaag bevindt, welke horizontaal gespleten is, zoodat de onderste sneeuwmassa door eene diepe, breede groeve of kloof van de bovenste gescheiden is. Dat verbreken van den zamenhang der sneeuwlaag geschiedde door het gewigt van de sneeuwmassa, die bij eene matige koude een weinig zamengepakt was. Op gelijke wijze nu scheidt zich de sneeuwijskom, door middel van eene zeer diepe en somtijds wel 100 voet breede kloof, de zoogenaamde bergschrund, van de sneeuw der sneeuwkom af, en ook bovendien aan den rand, van de wanden van den circus, door de zoogenaamde randkloof. Doch nog belangrijker zijn de veelvuldige scheuringen van het bergijs zelf. Om zich eene duidelijke voorstelling te kunnen maken van de aanleiding, de vormen, en de rigtingen dier scheuren, kan, ten minste in het ruwe, de volgende nabootsing van het bergijs dienen. Men neemt eene plank van ongeveer 2 ellen lang en 1 voet breed, op welke men, op de eene of andere wijze, dwars en overlangsloopende latjes, knoesten enz. bevestigt, die de oneffenheden van de ijsbaan verbeelden moeten. Door schuins op elkander en naast elkander liggende steenen bootst men, aan de zijden van de plank, de oeverrotsen van het bergijsbed na, die men hier wat naauwer en daar weer wat wijder laat worden. Dan legt men eene strook wasdoek, die aan de oeverwanden omstreeks 6 duim in de hoogte gaat, in die nabootsing van de bergijsbedding, en strooit er wit zand in, ter hoogte van de randen van de strook wasdoek, waarna men, door het met water nat te maken, een zamenhangend ligchaam vormt. Nu plaatst men dit ruwe model met het eene einde omstreeks 6 duim hoog in eene hellende rigting. Trekt men dan, aan het onderste, een weinig uitstekende einde van het wasdoek, de geheele massa nat zand langzaam naar

beneden, dan zal men, door de afwisselende vernaauwing en verwijding der oevers en de oneffenheid der baan, op de oppervlakte van het zand bij afwisseling even zulke scheuren en reten, inschuivingen, verbreedingen en oprijzingen gewaar worden, als zij door volkomen dezelfde oorzaken bij het bergijs gezien worden. Met een weinig meer kunst zamengesteld, moet zulk een model de verschijnselen der beweging van het bergijs tamelijk juist afbeelden, vooral als men alle oneffenheden en verheffingen van de baan glad maakt, door haar met olie te besmeren, of met harspoeder te bestrooijen, om zoo doende de aankleving van het natte zand te voorkomen. Zoo zonder het wasdoek in eene geschikte afhelling geplaatst, moet het vochtige zand van zelf naar beneden zakken en zonder twijfel het scheuren krijgen van het bergijs nog beter nabootsen.

Telkens als het bergijs over een' tamelijk hoogen rotsrand, die de baan dwars doorsnijdt, heentrekt, moet het in eene dwarsloopende scheur oprijzen, en die scheur moet zich weder sluiten als de uitstekende kam overschreden is, tot kort daarna het achtervolgende gedeelte van het ijs hetzelfde ondergaan moet. Echter is het moeijelijk te zeggen of elke belangrijke spleet van de oppervlakte van het bergijs wel, en zoo ja, in welke verhouding zij tot de oneffenheden van het bed staat. Ik zag op den Aargletscher, van den linker oever af, op zekere plaats het bergijs geheel en al in wijd gapende scheuren en barsten opgereten, gelijk ik eenige daarvan in figuur 21 naauwkeurig afgeteekend heb. De voorgrond der teekening verbeeldt eene afgeronde, glad geslepene rots, op welke ik omstreeks 150 voet boven het bergijs stond. Die scheuren waren waarschijnlijk veroorzaakt door eene rots, die omstreeks 10 schreden ver vooruitstak.

Echter geven de rigting, de grootte, en de menigvuldigheid der barsten of schründe van het bergijs, hoewel niet altijd, toch veeltijds eene voorstelling van den toestand der baan. Dikwijls heeft het bergijs eene zeer effene oppervlakte, met slechts weinige scheuren, in andere gevallen is het niet slechts zeer gebarsten, maar zijne oppervlakte bestaat uit ongeregeld nevens elkander

Fig. 21.



Bergijsscheuren.

oprijzende ijsklippen, waaruit men tot een zeer oneffen bed besluit. Des te zonderlinger is het dat na het overtrekken van zulk eene hindernis, de barsten en oneffenheden van het bergijs snel weder verdwijnen, waarbij er van eene barst niets overblijft dan eene fijne, vuilkleurige streep, daar al het stof en zand zich steeds aan de randen der barsten van het bergijs verzamelt.

Eene bijzondere vermelding verdient nog de randkloof waardoor de rand van het ijs soms zeer ver van de oeverrotsen af staat, en in welke men somtijds onder het ijs op kruipen kan; hoe ijzingwekkend het denkbeeld ook zij om onder de dikke, overhangende, scherpe ijsschotsen, over steile, gladde oeverrotsen heen, naar beneden te kruipen. De randkloof wordt veroorzaakt door de bijzonder verstorende werking van het schuiven van den rand van het bergijs langs de oeverrotsen, en door sterker afdooijen ten gevolge van de stralende warmte der laatsten.

Die zoo even vermelde ijsklippen, waardoor het bergijs er zoo uiterst wild en romantisch uitziet, b. v. van den glacier du Rhône en den Grindelwaldgletscher, noemt men bergijsgroeven. Zij

geven aan het bergijs een voorkomen, dat men het beste met plotseling tot ijs bevrozene zeegolven vergelijken kan.

Wij zien nu op de oppervlakte van het bergijs rond en bevinden terstond dat het eene groote dwaling is, als wij meenen dat het altijd zuiver groenachtig blaauw of wit van kleur zou moeten zijn. Vóór dat wij de oorzaken, die dat beletten, nader beschouwen, moeten wij datgene leeren kennen wat men de ablatie van het bergijs noemt, en er toe bijdraagt dat men telken jare, tegen het einde van den zomer, het bergijs morsig ziet worden.

Ablatio, een woord door Agassiz in de wetenschap van het bergijs ingevoerd, beteekent de verslijting, of, daar deze slechts daarop uitloopt, de smelting van het bergijs.

Wij moeten ons hier nu herinneren wat wij bij de bespreking der latente warmte (bladz. 42) over het verbruiken van eene bepaalde hoeveelheid warmte bij het smelten van ijs, gezien hebben. Die hoeveelheid is zeer groot. Om een deel ijs in water van 1° C. te veranderen (te smelten), wordt even veel warmte verbruikt, als er noodig is om eene negenenzeventig maal grootere hoeveelheid water tot 1° C. te verwarmen. Dit doet ons begrijpen waarom een heete zomer het bergijs niet nog sterker doet afnemen dan reeds geschiedt. Ook bij den warmsten zonneschijn kan natuurlijk de beschenen oppervlakte niet boven 0° staan.

De smelting is een gevolg van de onmiddellijke werking der zonnestralen, van de warme lucht en van den regen. Aan den regen schrijft men eene grootere smeltkracht toe dan aan de beide andere oorzaken, gelijk wij ook in de vlakte de sneeuw sneller zien smelten door dooiweder, dat met regen gepaard gaat, dan zonne- en luchtwarmte zulks, zonder regen, doen kunnen.

Het bedrag der smelting is moeijelijk met wetenschappelijke naauwkeurigheid te bepalen, zoo als dan ook tot heden nog niet geschied is. Op een' heeten zomerdag kan er van de geheele oppervlakte van het bergijs eene laag ijs van bijna 1 par. duim afsmelten. Aan den Aargletscher vond Agassiz, van 1841 tot 1842, aan ingedrevene palen, de jaarlijksche afsmelting 9 tot 10 voet te beloopen. Zoo veel hooger namelijk stonden, na verloop van een

jaar, die zeer diep in het ijs gedrevene palen, dan toen zij geplaatst werden. Ook bedient men zich, om de afsmelting te meten, van houten klossen, die tot op zekere diepte in het ijs begraven worden, en door de smelting van het ijs langzamerhand aan de oppervlakte komen. Wij zullen later zien welke groote hoeveelheid water de dagelijksche afsmelting aan een groot bergijsmeer onttrekt.

Wij voegen hier eene geologische beteekenis van het bergijs in, van welke wij weldra een gewigtig gevolg te bespreken zullen hebben. Het bergijs vestigt namelijk onze aandacht nadrukkelijker op de producten der verwering van de oeverrotsen, dan er in hetzelfde dal zonder het bergijs geschieden zoude. Wij bedoelen hier die steenblokken, welke van de oeverrotsen losgemaakt worden en op het bergijs vallen, en dikwijls honderden kubieke voeten en meer van omvang zijn. In onbewoonde alpendalen zouden zulke blokken, als zij op den naakten bodem vielen, nevens zoo velen welke daar reeds liggen en die met planten begroeid zijn, weinig de opmerkzaamheid tot zich trekken. Op de zuivere ijsvlakte van het bergijs vallen zij des te meer in het oog, en dienen niet slechts om de beweging van het ijs te meten, maar ook als verkondigers van de mate van verwering of verslijting van de oeverrotsen zelve. Slechts zulke blokken die naauwkeurig in het midden (van den rand afgerekend) of zeer digt daar bij nedervallen, gaan regelregt naar beneden naar het dal; terwijl die welke digter bij den rand vallen, door eene naar den rand heen gerigte beweging van het bergijs, verder zijwaarts gevoerd worden. Gedeeltelijk hierdoor en gedeeltelijk door eene rij van palen, die men in eene regte lijn dwars over het bergijs heen plaatste, ontwaarde men dat het bergijs in het midden sneller stroomt, dan aan de kanten, gelijk eene rivier of ander vlietend water dat evenens doet. Immers, volgens die ongelijkheid der beweging vond men, na eenigen tijd, de regte lijn der palen in eene naar beneden bolle bogt veranderd. Deels door die zijdelingsche beweging, deels door oorspronkelijk aan den rand nedergevallen rotsblokken, vormt er zich aan elke zijde van het bergijs, langs zijne geheele lengte, eene reeks van steenen, die men den steendijk, moraine, noemt en welke op onze

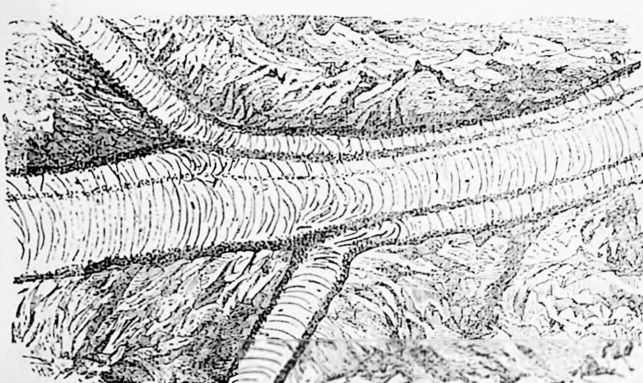
figuur 20 aan den zigtbaren rand van het bergijs te zien is. Ter onderscheiding van andere dergelijke steendijken van het bergijs, die wij straks beschouwen zullen, heeten deze steendijken randsteendijken of gandecken.

Ten gevolge van de wijze waarop deze ophoopingen van steenen ontstaan, liggen er in die dijken groote en kleine brokken bont door elkander; zij zijn, daar zij nooit aan het afslijpende geweld van watervloeden onderworpen waren, scherp van kanten en altijd afkomstig van de rotsen van dien oever, aan welks kant zij liggen. De steendijken zijn ware verzamelingen van zulke steenen, waaruit de rotsen aan hunne zijde bestaan. Ik zeg hier uitdrukkelijk (om eene straks te vermelden reden) dat die steendijkblokken niet naar de wet der zwaarte gerangschikt liggen, dat is de zwaarsten onder en de kleineren en ligteren boven op, gelijk het bij zulke het geval zou moeten zijn, welke door water zamengespoeld waren. Slechts het toeval van het naar beneden storten bepaalde de opeenhooping dezer blokken. Is een bergijsstroom zeer lang — en men kent er, die 4 tot 5 uren lang zijn — dan moeten zich ten laatste aan zijn onderste einde ook die steenen verzamelen, welke bij zijn' bovensten aanvang op de sneeuwijskom nedervielen. Daardoor is de eindsteendijk, dien wij nu beschouwen moeten, eene volledige verzameling van de gezamenlijke geognostische voorwerpen dier groote uitgestrektheid, want noodzakelijk moeten, bij ook nog zoo lange ijsstroomen, al die steendijkblokken ten laatste onder aan zijn benedeneinde aanlanden, en daar door het versmeltende bergijs als 't ware ontscheept worden. Daardoor vindt men aan alle ijsstroomen met veel steendijkgruis, aan het benedeneinde ontzettende massaas blokken opgestapeld, welke eenigzins, wat ook de randsteendijken doen, de afsmeltende invloeden van het ijs afweren. Zulke eindsteendijken vormen een' naar het dal ronden wal. Het behoeft naauwelijks vermeld te worden, dat de dikte dier steendijken afhankelijk is van de meerdere of mindere verbrokkeling en barstigheid der oeverrotsen.

De meeste ijsmeren bestaan, in het laatste deel van hunne lengte, uit verscheidene zamengevloeide en uit verschillende sneeuwijskommen

ontsprongene bergijsstroomen, op gelijke wijze als elke rivier uit kleinere beken zamengesteld is. Als nu twee zamenvloeijende ijsstroomen elk twee randsteendijken hebben, dan moeten, van de vereenigingsplaats af, de beide randsteendijken, die elkander in den vereenigingshoek raken, de regter van links en de linker van regts, zich tot éénen steendijk vereenigen, wat figuur 22 ons doet zien.

Fig. 22.



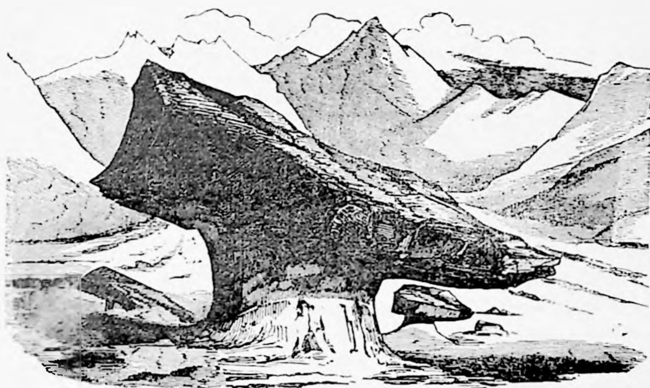
Schema van eenen bergijsstroom ter verklaring van het gevormd worden der steendijken.

Die uit twee rijen zamengestelde steendijk heet dan middensteendijk of gufferlinie, wijl hij voortaan op het midden van het bergijs blijft, al moge dit ook juist niet altijd het wiskunstig midden zijn; want de grootste der twee vereenigde ijsstroomen dringt den middensteendijk altijd een weinig op het gebied van den zwakkeren over. Komt er nu verder naar beneden nog een derde, vierde of nog meer bij, dan moet er natuurlijk, ten koste van den eenen randsteendijk van den bijkomenden ijsstroom en van eenen randsteendijk van den hoofdstroom een nieuwe middensteendijk ontstaan. Daar deze middensteendijken somtijds tot aan het einde van het bergijs zeer scherp afgezonderd blijven, zoo kan men door het getal der middensteendijken

naauwkeurig weten uit hoe vele, ten minste steendijken voerende ijsstroomen het einde van het bergijs zamengesteld is, als men bij het getal der middensteendijken steeds 1 bijtelt. Deze figuur stelt dus eene schema voor van een bergijsmeer, of liever van een middenste gedeelte of eene strook daarvan. Daar het reeds een middensteendijk medebrengt, zoo moet het dus, boven het afgebeelde gedeelte, een' anderen ijsstroom opgenomen hebben. Aan de inmondingsplaatsen van de twee van regts en links komende ijsstroomen, toont het bergijsmeer eene menigte onregelmatige scheuren, die door de drukking veroorzaakt zijn.

Behalve die in zekere mate als bijeenverzamelde blokken der steendijken, zijn er nog bovendien altijd enkele, soms zeer groote steenblokken over het bergijs verspreid. Deze geven aanleiding tot het bijzondere verschijnsel der **bergijstafels**.

Fig. 23.



Bergijstafel.

Als zulke steenen namelijk met eene breede, platte vlakte op het ijs liggen, dan verhinderen zij op die plaats het smelten, en komen zoo langzamerhand, terwijl rondom hen het ijs wegdooit, steeds hooger en hooger op een voetstuk van ijs te liggen. Doch ten laatste wordt dat voetstuk, naar mate het hooger wordt, door

de zonnestralen getroffen, en dooit het aan de zuidzijde langzaam weg, tot het blok scheef komt te liggen en eindelijk, naar die zijde heen, van het voetstuk af glijdt. Valt het nu weder gelijk voorheen, dan moet het zich ook terstond weder tot eene tafel omhoog laten dooijen, en zoo wandelt zulk een blok allengs voort, hoofdzakelijk in de rigting waarin de meeste zonnewarmte op zijn voetstuk valt; terwijl het tevens met het bergijs naar het dal afzakt.

Kleinere steentjes en andere donkere ligchaampjes ondergaan een tegenovergesteld lot. Daar zij wegens hunne donkerder kleur sterker verwarmd worden dan het blinkende ijs, zoo dooit rondom en onder hen het ijs schielijker weg en zinken zij langzamerhand tot een duim diep in kuiltjes, die naauwkeurig de wijdte van de inzinkende steentjes hebben. Dewijl er nu van de blokken, die van de bergen afstorten, ten tijde van hun vallen op het ijs, kleine stukjes afspringen, en er ook op andere wijzen velerlei vreemde ligchamen op het bergijs geraken, zoo is dit gewoonlijk vol kuiltjes, en daardoor alles behalve glad en ongeschikt om te begaan. Een stukje bergijs van den Aargletscher zag er in de loodregte doorsnede uit gelijk de 24ste figuur voorstelt. Ziet

Fig. 24.



Loodregte doorsnede van bergijskuiltjes.

men regt naar beneden naar de oppervlakte van het bergijs, dan vertoont zich deze, op grond van het vermelde, steeds donker gestippeld, terwijl zij zuiver schijnt als men onder het gaan vóór zich uitziet, wijl men alsdan de ingezonkene donkere voorwerpen niet zien kan.

Terwijl aan de bovenzijde van het bergijs alles rustig toegaat, en de opgehoopte blokken hoogstens in de randsteendijken elkander daardoor een weinig kunnen afstooten, dat zij bij het afzakken

Pl. III



Lith. v. Emrik & Binger Haarl.

Panorama van den Unteraargletscher

van het bergijs een weinig bewogen worden, en wel doordat zij langs de oeverrotsen strijken, zoo heeft er aan de onderzijde van het bergijs, waarmede het over den bodem en langs de zijwanden van zijne baan voortglijdt, iets geheel anders plaats. Het verbazende gewigt eener ijsmassa, die misschien uren lang, een vierde uur breed, en 300 tot 800 voet dik is, moet op alles wat er zich onder bevindt een' verbrijzelenden druk uitoefenen. Door de vroeger beschrevene randkloof, en zelfs somtijds door tot op den grond doordringende dwarsche en overlangsche scheuren, kunnen er steendijkblokken onder het ijs geraken. Velen daarvan worden slechts tot kleine stukken vermorseld, doch de weekeren tot zand gewreven, dat aan den Aargletscher, door de bergijsbeek er uitgespoeld, zelfs van eene buitengewone fijnheid is. Door het vastvriezen van steenen aan de onderzijde, en vooral aan de oeverzijden van het bergijs, wordt dit als eene reusachtige vijl, die zonder ophouden de vlakte over welke zij heenstrijkt, groeft. De eindsteendijken, die aan het einde van zijne baan alles opstapelen wat het bergijs op zijnen rug voortsleept, moeten van de zoogenaamde grondsteendijken verschillen, die uit de steenen bestaan, welke het ijsmeer onder zich voortgesleept heeft, en die eindelijk aan zijn einde te voorschijn komen. De steenen der grondsteendijken zijn in het algemeen niet slechts kleiner, maar zij onderscheiden zich ook daardoor van de overige steendijkblokken, dat zij de sporen van het geweld, dat zij geleden hebben, duidelijk vertoonen in hunne gladgeslepene oppervlakte en in de fijne groefjes of krassen, die zij door de harde steenkorreltjes op hunnen moeijelijken weg verkregen hebben.

Zoo ongeveer doet zich het bergijs voor, wat zijne uitwendige vormen betreft, welker schildering wij van de beschouwing van zijn uiterlijk leven, in zijn onophoudelijk voorwaarts dringen bestaande, niet scheiden konden. Laat ons nu nog eenige aandacht schenken aan het inwendige leven, dat zijne ijzige ingewanden niet minder doorstroomt dan het dat het ligchaam van het dier doet.

Als men in de morgenschemering het bergijs betreedt, dan heerscht er over dat verstijfde ligchaam eene stilte als die van het graf. In

den Aargletscher vond ik in die uren, als 't ware, het volmaakte beeld des doods. Zoo ver het oog reikte zag ik van uit het paviljoen[1] niets dan ijs, sneeuw, naakte rotsen en de lange, donkere strepen, die de steendijken over het ijs trekken. Geen geluid bewoog de stille, koude lucht. Omstreeks ten 11 uur hadden de warme zonnestralen echter het schijndoode leven opgewekt. De sneeuw, die 's nachts gevallen was, vloeide als duizend smeltende waterdraden van de hoogten op het bergijs neder, en verdween in de wijdgapende randkloof. Op het ijs viel de sneeuw zigtbaar te zamen, in het klein de vorming van sneeuwijs over de geheele oppervlakte vertoonende. De warmte ontboeide millioenen mikroskopische stroompjes in het binnenste der bergijsmassa, welke, door de nachtelijke koude verstijfd, een omloop begonnen, die zekerlijk door niet minder vertakte buizen gaat dan waaruit het haarvaatstelsel bestaat, waardoor het bloed tot in de verwijderdste deelen van ons ligchaam dringt. Hoe treffend is hier die gelijkheid! De drenking door het water voedt het bergijs, bouwt het op, en wekt er eene stofwisseling in op, even als het bloed in het levende ligchaam te weeg brengt.

De nevenstaande plaat, naar eene lithographie van Nicolet, geeft ons een beeld van die deelen van den Unteraargletscher welke men van uit het paviljoen ziet; regts zien wij de vereeniging van de Lauteraar- en Finsteraargletschers, bij het punt waar de groote middensteendijk aanvangt, waar, op een groot steendijkblok, eenige jaren lang, een huisje stond dat schertsenderwijs *Hôtel des Neuchâtelois* genoemd werd en dat het laatst door Agassiz en zijne

[1] Het paviljoen is een klein huisje, uit ruwe blokken gebouwd, ongeveer 200 voet boven het bergijs, en omstreeks een half uur hooger dan zijn benedeneinde, op de rotsen van den linkeroever. Ik heb daar bij den oprigter, de heer Dolfuss-Ausset uit Mühlhausen in den Elzas, die juist zijne bergijswaarnemingen voor dat jaar geëindigd had, overnacht; naderhand trok ik met hem naar het klooster op den Grimsel. Sedert eene lange reeks van jaren heeft die onvermoeide navorscher, menigmaal weken aaneen hier doorbrengende, van uit dit huisje zijne waarnemingen gedaan. In de deur vond ik de namen ingesneden van zijne gasten, de beroemdste bergijsonderzoekers: Agassiz, Desor, C. Vogt, v. Charpentier, Forbes, Martin en anderen. Van October tot Mei ligt deze kleine tempel der wetenschap diep onder de sneeuw begraven. Toen ik er was fladderde de fransche driekleur op het dak.

medgezellen gebruikt is. Ook op een ander blok, dat het Hugiblok heet, werd door den zwitserschen natuuronderzoeker Hugi eene hut opgerigt. Toen lag het beneden het vereenigingspunt of den abschwung der steendijken. In het jaar 1841 lag het reeds 4600 vt. daarvan verwijderd, en zoo zal het eens in den eindsteendijk zijne loopbaan eindigen. Wij staan als beschouwers van het beeld, omstreeks 150 voet boven het ijs, op den glad geslepen linker oever van het ijsmeer. Tegenover ons zien wij eene rij aanzienlijke bergtoppen. Regts het 8000 voet hooge punt van aanvang, den bovenvermelden abschwung; daarachter eerst den Finsteraarhorn, de hoogste spits van het berner Oberland, dan den Studerhorn, den Altmann, Oberaarhorn, Grunerhorn, Scheuchzerhorn, de Eschenhörner, den Thierberg, Grünberg, de Zinkenstöcke, en eindelijk op den achtergrond links van verre den Sidelhorn, allen aan den rand der plaat in die orde met 1—12 aangeduid. De vier kleine bergijsstroomen, die links tegenover ons in den Aargletscher inmonden, zijn de Zinkenstockgletscher, de Grünberggletscher, de Thierberggletscher, en de Silberberggletscher.

Na een' langen, vermoeijenden en eenigzins gevaarlijken marsch over wijde kloven door versche sneeuw bedekt, kwam ik bij den grooten eindsteendijk aan, uit welken eene geheele stadswijk opgebouwd zou kunnen worden. Bijna elke stap op de wankelende steendijkblokken, die dikwijls zoo los in evenwigt lagen dat de voetstap van een kind dat verbreken konde, moest schoorvoetend gedaan worden, wat vreesselijk vermoeit. Een afscheidsblik op de ontzettende ijsvlakte, welker einde, waarop ik stond, naauwelijks lager scheen te liggen dan de abschwung, de vereenigingsplaats der Lauteraar- en Finsteraar-gletschers met den Unteraargletscher, zou mij aan het feit dat het bergijs zich beweegt schier doen twijfelen. Ik begreep ten minste dat de onderzoekers de oorzaken van die ontwijfelbaar zekere bergijsbeweging nog niet volkomen helder hadden kunnen maken. Om het groote raadsel te begrijpen hoe eene zoo groote massa op den slechts weinig afhellenden grond, die gewis door uitstekende rotsranden ruw is, zich voortbewegen kan, zelfs bij hare zwaarte in verband met het zoo

langzame over elkander vloeijen van hare deelen, moet men zich steeds herinneren dat de baan der beweging met water en fijn zandslijk overdekt is, en zoo in zekere mate glibberig gehouden wordt.

Eindelijk waren wij met den heer Dollfus en zijne gidsen op den bergijsbodem aangekomen, die door zijne volkomene effenheid aan de vermoeide beenen eene ware lafenis schonk. Hier maakte de geweldige hoogte van den voet van het bergijs op ons een' treffenden indruk. De bergijsbodem is die vlakte, welke aan het nu eens voorwaarts dringende, dan weder terugblijvende bergijs ter beschikking staat.

Dat voorwaarts schrijden is evenmin van de beweging van het bergijs alleen afhankelijk, als het terug wijken in zoo verre daarvan geheel onafhankelijk zijn moet, daar natuurlijk niemand aan eenen terugtogt, aan een omkeeren van het bergijs denken kan. Het werkelijke vooruitrukken en de afsmelting, met elkander vereenigd, bepalen steeds het eindpunt van het bergijs. Blijven beide met elkander in evenwigt, dat is ontneemt de afsmelting even zoo veel aan den voet van het ijsmeer als het voortgeschoven wordt, dan staat, zoo lang dat evenwigt duurt, het eindpunt van het ijs vast. Er moeten dus steeds twee oorzaken zamenwerken, zoo wel voor het voortgaan als voor het terug wijken. Het bergijs rukt verder vooruit, omdat de beweging door de eene of andere oorzaak buitengewoon groot en de afsmelting daarentegen regelmatig is, òf omdat de afsmelting ongewoon gering is, terwijl de beweging gelijk bleef. Het wijkt terug: omdat nevens het regelmatige tempo der beweging eene ongewoon groote afsmelting plaats heeft, òf omdat nevens de gewone afsmelting de beweging ongewoon langzaam is. Het terugwijken is dus òf een waar terugblijven, òf eene verkorting van het bergijs, en het voortschrijden òf een werkelijk vooruitdringen òf een achterblijven der verkorting.

Voor dat spel nu is de bergijsbodem, die bij den Aargletscher ongeveer 20 minuten lang en 10 minuten breed is, de speelplaats.

Verscheidene oorzaken, welke echter nog niet al te goed bekend

Pl. IV



Lith v Emrik & Binger, Haarl

Bergijspoort van den Zermattgletscher

zijn, geven het bergijs somtijds aanleiding om dien bodem te overschrijden, waardoor zeer merkwaardige veranderingen van het einde van het bergijs geboren worden. Men heeft, natuurlijk geheel zonder grond, aan een om de zeven jaren wederkeeren van zulke onregelmatigheden gedacht. Het belangrijkste geval van zulk eene bergijs-*caprice* deelt Forbes mede. De Brenvagletscher, van de mont-blanczijde der „allée blanche" afkomende, was ten tijde van de Saussure (1767) zoo klein, dat de Doire voorbij zijn einde heenvloeide. Later reikte hij bestendig over dat riviertje heen, tot aan den tegenoverliggenden dalwand, ja klom zelfs allengs hoog bij dien wand op, tot aan zekere kapel die hij in 1818 verwoestte. In 1821 verliet hij die kapel weder, zoodat zij weêr hersteld kon worden, en ten gevolge van het terugwijken van het ijs, stond deze in 1840 reeds weder 300 voeten daar boven. Van 1842 tot 1846 steeg het bergijs weder op nieuw omstreeks 180 voeten.

Doch wij keeren naar den bodem van de Aar terug, van waar wij uitgaan willen om de oude en nieuwe sporen van het bergijs tot beneden in het dal te volgen. De geheel effene, en voor het metende oog onmerkbaar naar het dal afhellende vlakte van den Aarbodem, was geheel en al met steenen, hoogstens zoo groot als een hoofd, bestrooid, en daar tusschen met een zeer fijn, zilvergrijs zand bedekt. Van onder het einde van het bergijs, dat zich hier als een reusachtige, morsige ijsmuur vertoonde, kroop in verscheidene breede wateraderen de jonggeborene rivier, de Aar, naar buiten, in de gedaante van de melkkleurige, troebele bergijsbeek, zoo als men het afvloeijende smeltwater van het bergijs noemt, en natuurlijk heeft elk ijsmeer zijne bergijsbeek. Bij andere ijsmeren treedt zij uit een open gewelf van den bergijsrand te voorschijn, uit de bergijspoort. Plaat 4 stelt het benedeneinde voor van den Zermattgletscher, volgens Agassiz. Uit de groote bergijspoort stroomt de Visp, en vóóraan, op den regter oever, zien wij de rotsen afgeslepen en gekrast. De middensteendijken zijn tot op weinige overblijfselen na verdwenen, doordat dit bergijs, door sterke bogten en op sommige plaatsen door sterken

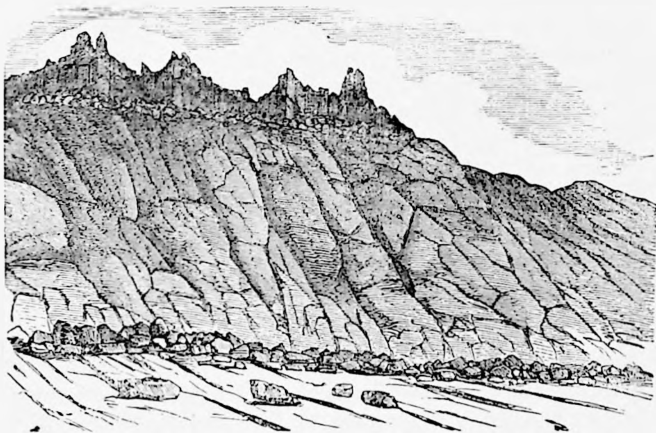
val, buitengewoon wijde scheuren krijgt. In de verte ziet men de ijsnaalden die op de steilste plaats van de bergijsbaan door het breken en verschuiven van het ijs ontstaan zijn. Op den voorgrond links zijn de oeverrotsen tot glad geslepene en gekraste ronde bulten veranderd, dewijl ook de ijsstroom vroeger daar langs en over heen liep. De heer Dollfus heeft mij uit zijn wetenschappelijk dagboek, in het paviljoen, medegedeeld, dat bij sterk afsmelten van den Aargletscher op één' dag 18 millioenen kubiekvoeten water afvloeijen, welke tevens ongeveer 5600 centenaars zand en slijk, dat er mede vermengd is en het water troebel maakt, met zich voeren. Alzoo zijn ongeveer 200 paardelasten van 2500 pond, de last, dien op éénen dag de jeugdige Aar naar het beneden gelegene dal brengt!

Naar den Grimsel vertrekkende moesten wij na eenige schreden, om eenen arm van de Aar te ontwijken, eene tamelijk digt bij het linker einde van den eindsteendijk liggende nolle overklimmen. Dit was een rotsblok, dat misschien 30 voet hooger aan den kant van den Aarbodem lag, en bijna volkomen de gedaante had van een overlangs doorgesneden ei. Ook de onnadenkendste zelf moest met verwondering opmerken, dat die geheele rots het voorkomen had, alsof zij door kunst in dien eivorm gekapt en geslepen was. Uit de barsten van den zonderlingen steen ontsproten dwergjeneverbesstruiken en alpenrozen, een bewijs dat hij reeds sedert lang niet meer den vreesselijken last van het bergijs torschte; want wij hadden hier een werkstuk van het ijs vóór ons, dat voorheen over de rots heengegaan was, en haar daardoor langzamerhand van alle kanten en hoeken ontdaan en glad geslepen had. Wij zagen hier dus ijsschuiving voor ons, gelijk men die bewijzen noemt van het glad makende ijs aan de rotsen, waar het eens overheen getrokken is, en die door het volk nollen genoemd worden. Ook het woord bodem in bergijsbodem leert ons de geschiedenis van het bergijs kennen, want op den Aarbodem volgt, een half uur verder naar beneden, een' ouden bergijsbodem van den Aargletscher, die den Grimselbodem geheeten wordt, nog verder naar beneden den Räterichsbodem, en onder in het Haslidal den Haslibodem, allen voor-

malige bergijsbodems. Die duidelijk sprekende naam, aan geheel effene vlakten gegeven, duidt met zekerheid aan, dat men in haar den bodem van voormalige bergijsstroomen herkent.

Op de eerste nolle volgden terstond nog twee andere en grootere, en toen, van het einde van den Aarbodem tot aan het klooster op den Grimsel, ging de weg bijna zonder uitzondering over zulke glad geslepene rotsen. Wij geven hier eene schets van een gedeelte van den linkeroever van den Aargletscher (figuur 25), waardoor ons nog veel meer wonderbare sporen van de voormalige grootte van dat bergijs duidelijk zullen worden. Bo-

Fig. 25.



Glad geslepene oeverrotsen boven den Aargletscher.

ven het bergijs met den randsteendijk verheft zich de bergmuur, welke tot hoog naar boven niets dan afgeronde en afgeslepene rotsknobbels toont, welker uitstekende punten en takken afgeslepen zijn geworden door het bergijs, dat mogelijk vele duizende jaren lang over die rotsen heen gegleden is. Slechts boven aan den rand van den bergmuur steken nog takkige rotspunten opwaarts: de magt van het ijs kon hen nimmer bereiken. Als wij nog twijfelden of het gladslijpen der rotsen wel waarlijk het werk was

van het voorheen hooger reikende bergijs, dan zou de oude steendijk ons overtuigen, die aan den bovenrand van het achterover hellende, gladgeslepene gedeelte, ook op onze houtsnede duidelijk zigtbaar is.

Doch wij volgen verder het bergijs op het pad zijner voormalige grootheid, om er den draad aan vast te knoopen, die ons, op het gebied van het bergijs, tot de erkenning van de opbouwende magt des waters voeren zal.

Het klooster van den Grimsel, waar langs, links, de Aar voorbijschuimt, ligt in eene rotskom aan den voet van eene hooge koepelvormige rots, de eigenlijke Grimsel, of, zoo als hij in den mond des volks heet, de Spittelnolle. Deze berg ligt in de stootrigting van de vroegere magt van den Aargletscher, en daardoor zijn alle vooruitspringende rotsdeelen afgestompt en glad geworden. Voorheen zal hier een zamenvloeijen van den Unteraar- met den van het zuidwesten komenden Oberaargletscher bestaan hebben, welks vereenigingspunt de Grimselberg uitmaakte.

Van den Grimsel af wendt de Aar zich, bijna in een' regten hoek, naar het noorden en stort, altijd schuimende, in het ijzingwekkende rotsbed onder in het Haslidal. Dan meer regts en dan meer links zien wij, hoog boven ons, de rotsmuren glad geslepen, tot wij in de nabijheid van den Handeck over de „helle platte" heentrekken, in welke de woorden: „Agassiz Eisschliff 1842" uitgehouwen zijn. Dit is eene zwak gewelfde rotskoepel vele honderden vierkante voeten groot, die, met de *étiquette* van den beroemden onderzoeker van het bergijs versierd, de reizigers opmerkzaam maken moet, dat daar, waar zij nu wandelen, eens de Aargletscher wandelde. Aan deze rots bemerkt men, behalve het algemeene glad zijn, ook bijzonder duidelijk dat zij door de ingevrozene steenen van de onderzijde van het bergijs gekrast is. Die krassen zijn bijna altijd een zeer duidelijk kenteeken van het overschuiven van het bergijs. Men vindt die ook aan de steenen der grondsteendijken, welke het ijs aan zijn benedeneinde door aldaar te smelten, of door de bergijsbeek, te voorschijn doet komen; terwijl gewone gerolde keijen van beken en rivieren niet

zulke krassen hebben. Dit vaste onderscheid tusschen de gewone voortgeschovene steenen onzer rivierbeddingen en van oude grindlagen, en de steenen der grondsteendijken, geeft eene duidelijke aanwijzing, dat men overal, waar men zulke gekraste voortgeschovene steenen vindt, al liggen zij ook nog zoo ver van het tegenwoordige bergijs verwijderd, toch steeds aan eene afkomst uit voormalig bergijs moet denken.

Op verscheidene plaatsen, nu eens aan den regter, dan weder aan den linker oever, brengen ons de gevolgen van eene andere werking van het water in verwondering. Onder in eene diepe kloof van den hemelhoogen rotsmuur bemerken wij ontzettend groote hoopen klaarblijkelijk geheel nieuwe steenblokken, welke zich dwars over het enge dal uitstrekken. Die blokken van schoon, wit, fijnkorrelig graniet zijn zoo frisch, alsof zij eerst gisteren gebroken waren; doch geene ontploffing doet op ééns zulke groote blokken losspringen: want velen daarvan zijn zoo hoog als een mensch en dubbel zoo lang als zij hoog zijn. Anders dan door hen te laten springen is geen menschelijk geweld in staat om zulke blokken uit den weg te ruimen, uit eene vlakte, die bovendien door duizende klippen oneffen gemaakt wordt. Al is de slechte naam der sneeuwvallen bekend, zoo verwonderde ik mij toch over de uitwerkselen hunner kracht, welke ik hier voor het eerst aanschouwde.

Wij zijn het woeste bergijswater steeds verder naar het dal gevolgd. Aan den Handeck vereenigt het zich, door een' stouten sprong in een' gapenden afgrond, met de Aerlenbeek, die van den linker oever komt, om misschien den schoonsten waterval van Zwitserland te vormen. Nog verder naar beneden op den Haslibodem bemerken wij reeds een begin van helder worden van het Aarwater, wat misschien hier reeds voltooid zijn zou, als de loop van die rivier rustiger geweest was.

Om van uit het Oberhaslidal door het Unterhaslidal te Meiringen te komen, moesten wij een' hoogen dam overtrekken, die ons nog eens met nadruk aan de aanwezigheid van het voormalige bergijs in dit geheele dal herinnerde. Die steendam verspert het

geheele dal, en wij zoeken te vergeefs eenen uitweg voor de Aar, die toch regelregt tegen de regter zijde van den dam aanbruischt. Eene soort van buis of poort, de „finstre schlauche" geheeten, dient haar als diepe en naauwe gang, welke zij zich ongetwijfeld zelve gegraven heeft. Bovenop en ter zijde van den breeden dam krijgen wij de overtuiging, dat hij een werkstuk van het bergijs is, want hij bestaat bijna geheel uit glad geslepene rotsklompen. Wij hebben een' zoogenaamden dalgrendel voor ons, over welke het bergijs heenging en zijne gladmakende sporen achterliet.

Wij zijn nu met de rustig gewordene bergijsbeek in de vlakte van het Unterhaslidal aangekomen. Dat de Aar nog altijd bergijswater voert, bewijst zij door hare melkwitte kleur en door het zand harer oevers, dat nog volkomen hetzelfde is, als waarmede zij uit het bergijs te voorschijn kwam. De geheele vlakte, welke zij gedurende anderhalf uur lang, tot aan het Briënzermeer, doorstroomt, is zonder twijfel uit de Aar aangeslibd. Zij zet dit werk nog zonder ophouden in het Briënzermeer voort, want verre rondom zet zij haar fijn, wit zandslijk af, voor de meeste reizigers zekerlijk te vergeefs het voorbeeld van eene echte deltavorming gevende, die ten hoogste bemerken, dat het witachtige Aarwater zich lang door zijne kleur van het blaauwachtig groene water van het heerlijke meer onderscheidt. Het Briënzermeer is het klaringsbekken voor de Aar: bij Interlaken treedt zij er helder en zuiver uit, om, naauwelijks een half uur verder, zich nogmaals in het nog zuiverder bekken van het Thunermeer te verspreiden, waaruit zij dan, bij Thun, voor altijd op zichzelve vloeit, tot zij zich bij Waldshut met den Rijn vereenigt.

Onze lezers hebben nu met ons den weg van de Aar gevolgd, die tot de schoonste en treffendste streken van Zwitserland behoort, en daarbij moet ook hen de magt van het water, zigtbaar in het bergijs, getroffen hebben. De ware grootte dier magt kunnen wij echter slechts eerst dan begrijpen, wanneer wij ons herinneren op hoe vele plaatsen der aarde zij zich onophoudelijk en onvermoeid openbaart.

In de Alpen, die zich van het zuidoosten van Frankrijk tot

PL. V.



Lith. v. Emrik & Binger, Haarl.

Het einde van den Humboldtgletscher

omstreeks Karinthie uitstrekken, zijn de voorwaarden tot het ontstaan van bergijs meer aanwezig dan misschien op eenige andere plaats der aarde: eene lange en breede bergketen, welker kruinen grootendeels boven de sneeuwgrens uitsteken en die met diepe dalen doorsneden is, en een klimaat, dat rijk is aan atmospherisch water. Daardoor is de bergijsvorming ook nergens volkomener dan in de Alpen, en onze kennis daaraan, die nog slechts weinig duisters heeft, is van daar uitgegaan.

De Pyreneën verheffen zich met hunne toppen slechts weinig boven de sneeuwgrens; de uiterste spitsen alleen doen dit. Daardoor is de vorming van bergijs daar ook gering en bepaalt zich bijna slechts tot de noordzijde. De hooge Sierra Nevada van het zuiden van Spanje, die zich in den Cerro de Mulhacen 11,000′ verheft en eene groote kroon van eeuwige sneeuw draagt, heeft geen bergijs; slechts de lagere, maar meer noordelijk gelegene en niet zoo puntig oprijzende Sierra de Credos heeft een klein bergijsmeer.

In de groote gebergten van Klein-Azie en van den Kaukasus vindt men slechts bergijs van den tweeden rang, of zoogenaamd kantbergijs. Zoo noemt men den tot ijs zamenvriezenden sneeuwmantel aan de zijden van hooge bergpyramiden, die somtijds losbreekt en met een vreesselijk gekraak in het dal afstort. In de onmetelijke bergdoolhoven van het Himalaya-gebergte bevindt zich slechts op den Kumaon en den Gurhwal-Himalaya echt bergijs van den eersten rang, dat tot in de dalen afzakt. Eveneens is het bergijs in Amerika zeldzaam, om dezelfde reden als op de Pyreneën.

Daarentegen is het noorden van Europa, vooral Noorwegen en de landen die nog meer noordwaarts liggen, en waarin zoo lang reeds naar den ongelukkigen Franklin rond gezocht wordt, rijk aan bergijs. Uit het reisverhaal van de laatste, eveneens vruchtelooze noordpool-expeditie van kapitein Kent Kane, ontleen ik de afbeelding van het einde van het grootste bekende bergijsmeer, dat de ontdekker naar den grootsten natuuronderzoeker genoemd heeft. (Plaat 5) De Humboldt-gletscher verliest zich met zijn

omstreeks 12 geogr. mijlen breed einde, tusschen den 79° en 80° N. B., in de noordelijkste, tot dusver nog nooit bezocht geworden wateren van de Baffins-baai, en wel onmiddellijk in zee. Het was den koenen reiziger, die helaas kort na zijne terugkomst aan de gevolgen van de vermoeijenissen der reis gestorven is, natuurlijk niet mogelijk de lengte van dat ijsmeer te leeren kennen; maar naar de dooreengenomene verhouding van de breedte tot de lengte, van 1 tot 4 of 6, te oordeelen, zou het omstreeks 60 geogr. mijlen lang moeten zijn. Aan de medgezellen van Kane is het overgelaten om zijne belofte, van eene wetenschappelijke beschrijving te zullen geven, later te vervullen. Hij schildert den Humboldt-gletscher niet als een beeld van doodelijke rust, want deze maakte op hem den indruk van werkzaamheid en kracht: en hij noemt hem een bewijs van de grootte en het geweld der natuurkrachten. In het algemeen, namelijk in de ijsvorming, vond hij hem aan de ijsmeren van Noorwegen en van de Alpen gelijk, dus als echt bergijs, maar naar den grootsten maatstaf. De hoogte van den eindmuur geeft hij misschien te laag op: slechts 300 voet. Kane geeft een denkbeeld van het grootsche van dit natuurverschijnsel, daar hij dit ijsmeer beschrijft als geheel aan een onafzienbaar ijstafelland gelijk. De oppervlakte vertoonde golvende heuvels en dalen, waarschijnlijk een gevolg van de oneffenheid der bedding. Vooral daarom spreken wij hier over zulk een noordsch bergijsmeer, omdat het ons de verklaring geeft van de aanwezigheid der keijen, die over de noordduitsche vlakte verstrooid liggen en die wij (bladz. 148) gezegd hebben uit Scandinavie oorspronkelijk te zijn. Nadat het reusachtige bergijs tot op den oever, ja zelfs daarover heen en in zee voortgeschoven is, laten er groote ijsbrokken los, ongetwijfeld doordien zij in het water ligter worden, en in hun streven om aan de oppervlakte daarvan te komen, van onderen naar boven afbreken. Op deze wijze worden de bekende drijvende ijsbergen geboren, die de schepen, welke naar Amerika zeilen, zoo dikwijls ontmoeten. Toevallig schijnt de Humboldt-gletscher op de afgebeelde plaats geene steendijkblokken te dragen, en kan dus de ijsbanken, welke zich van hem losma-

ken, niet als vlotten gebruiken om steenen naar zuidelijker breedten te verschepen. Desniettemin heeft KANE zulke met steenblokken beladene ijsbergen dikwijls ontmoet, en hij geeft aan het einde van een hoofdstuk meer dan eens afbeeldingen daarvan. Onze figuur 26 is de afbeelding van zulk een bergvlot *(berg-raft)*

Fig. 26.



Bergvlot.

zoo als hij het zeer gepast noemt. Daar nu die steenblokken, somtijds vele duizend centenaren zwaar, de ijsbergen, waarop zij vastgevrozen zijn, diep in het water nederdrukken, zoo drijven dezen dikwijls tegen den golfstroom in, dewijl hun onderste gedeelte door dien stroom heendringt — die op deze hooge breedten gewis slechts een zwakke, oppervlakkige stroom is — en het tot in den kouden, van de pool komenden onderstroom reikt; voor het bestaan van dien onderstroom leveren zij dus tevens het bewijs. Het grootste gedeelte dier ijsbergen drijft naar de banken van Newfoundland, waar zij geheel smelten, hunne vracht van steenen vallen laten, en zoo die ontzettend uitgestrekte banken nog voortdurend helpen vergrooten. Na de vermelding van dit feit zal het onzen lezers niet meer eene gewaagde hypothese schijnen, als men de erratische of zwerfblokken van het noorden van Duitschland houdt voor uit Zweden en Noorwegen daarheen gevoerd te zijn, omdat dáár alleen de rotsen staan van welke zij,

naar hunne bestanddeelen en zamenstelling te oordeelen, afkomstig zijn moeten. Misschien heft deze of gene vulkanische oorzaak ook eenmaal de newfoundlandsche banken tot boven den waterspiegel van de zee omhoog, en dan zal het der wetenschap ligt vallen haar verschijnen in het licht der zon te verklaren, en haren oorsprong aan te wijzen.

Wij hebben reeds vroeger gezien dat het bergijs, al moet het ook in elk geval boven de sneeuwgrens ontstaan, echter niet tot die hoogte bepaald is, maar zich dikwijls ver beneden haar uitstrekt. Reeds de Aargletscher doet dit met zijn einde vrij ver, en verscheidene andere zwitsersche bergijsmeren doen het nog veel verder. De beide digt bij elkander eindigende Grindelwaldgletschers hebben hun einde op eene plaats die slechts ongeveer 3000 voet boven de zee ligt; en digt aan den voet van den bovensten Grindelwaldgletscher rijpen kersen en groeijen de vier belangrijkste soorten van graan: rogge, tarwe, garst en haver. Die laatste bergijsstroom reikt tot digt aan de tuinen der inwoners van Grindelwald, en heeft in vroegere tijden eene kapel verwoest, welker klok thans in den kerktoren van die plaats hangt.

Er zijn verscheidene gevallen bekend waarin het bergijs tegenwoordig veel verder reikt dan voor niet langen tijd geleden, en waardoor vroeger gangbare alpenpassen geheel gesloten en zelfs geheele bosschen uitgeroeid geworden zijn; waar b.v. nu de Rosenlauigletscher ligt, moet voor 100 jaren nog eene schoone alpenweide geweest zijn. De Aletschgletscher, de Viescher en de Zmuttgletscher raken met hunne einden bosschen aan, die naar de dikte hunner stammen te oordeelen, twee en drie honderd jaar oud zijn moeten. Huizen, die men sedert onheugelijke tijden veilig waande voor hunne ijzige buren, worden thans door hen in puin gestort. Ook kent men eenige gevallen van het ontstaan van nieuwe, kleine ijsmeren, als na bijzonder sneeuwrijke winters de volgende zomer niet in staat was om al de gevallene sneeuw op te ruimen, zoo dat er zich steeds versche sneeuw op de overgeblevene zamenpakte. Sedert 1732 is er op den Simplon een nieuw bergijsmeer, de Rothelchgletscher, en sedert 1811 zulk een onder den

Galenhorn in het Saasdal ontstaan. Zulk een ijsmeer-*embryo* vond ik in September 1856, ongeveer 300 voet beneden den top van den Faulhorn, in eene kleine bergkom, die voor de namiddag- en avondzon beschut was. Veel zeldzamer zijn de gevallen van het verdwijnen van bergijsmeren.

Echter zou het voorbarig zijn om uit dat vooruitdringen van het bergijs tot eene verwildering der Alpen te besluiten. Dat behoeft geenszins een gevolg te zijn van eene gestadige verlaging der gemiddelde temperatuur, maar kan zijne oorzaak hebben in seculaire, dat is lange tijdvakken omvattende slingeringen van den gang der temperatuur, welker oorzaken ons nog onbekend zijn, ja die zelfs tot heden nog slechts vermoed worden.

Eene andere, zeer belangrijke vraag is het, of, om ons de zaak door een voorbeeld duidelijk te maken, b. v. de Aargletscher van zijne vroegere grootte, met welke hij het geheele Oberhaslidal tot onder in het Kirchet opvulde, onophoudelijk doch langzaam tot zijne tegenwoordige bescheidene lengte is afgenomen, dan wel of dit, om zoo te zeggen, met sprongen geschied is, zoodat b. v. het bergijs, dat tusschen zijn tegenwoordig en zijn voormalig einde moet gelegen hebben, door de eene of andere katastrophe schielijk smolt, en zich nooit weder op nieuw heeft kunnen vormen.

Het zal waarschijnlijk niet mogelijk zijn een voldoend antwoord op die vraag te geven. Echter helpen ons de oude steendijken eenigzins op den weg: immers men ziet hen dikwijls ver van het tegenwoordige einde van het bergijs liggen, en daar zij toch duidelijk als zijne vroegere voortbrengsels te herkennen zijn, mag men aannemen dat het bergijs zich plotseling een groot stuk verkort heeft. Ook geschiedt dit nog somtijds op gelijke wijze. De Trioletgletscher, op de zuidzijde van den Montblanc, had, omstreeks Courmayeur, in 1820 twee oude steendijken vóór zich, van welke de een 1200, en de andere 6150 voet van zijn toenmalig einde verwijderd was. De Sirwottengletscher op den Simplon heeft, een uur gaans vóór zijn tegenwoordig einde, drie duidelijke steendijken achtergelaten. Die oude steendijken zijn dikwijls reeds met opgaand geboomte bedekt en met huizen bebouwd.

Over den ouderdom van het tegenwoordige bergijs is in geschiedkundigen zin niets, en verder slechts in zoo verre iets te zeggen, dat men eenigzins bepalen kan hoe oud het bergijs was, dat het laatst aan het ondereinde gesmolten is. Die ouderdom wordt berekend naar de bekende lengte van den ijsstroom en naar de gemiddelde lengte van den weg dien hij jaarlijks aflegt. Stelt men b. v. de geheele lengte van den Aargletscher, van zijne bovenste sneeuwijsgrens tot aan zijn ondereinde op 48,000 voet, en zijn jaarlijks vooruitgaan op 150 voet, dan vernieuwt hij zich in zijne geheele lengte in 320 jaren, dat is: het ijs wat nu juist smolt, bevond zich vóór 320 jaren als sneeuwijs aan de bovenste sneeuwijsgrens. Waarlijk, hier bespeurt zelfs hij die overigens onbekend is met de uitwerkselen der natuurkrachten, een nieuw, zijne verwondering opwekkend bewijs voor de geologische werking van den tegenwoordigen tijd.

Knoopen wij dien vast aan het verledene, al is het ook aan het jongste verleden, dat nog tot onze tegenwoordige aard-*époque* behoort, dan dienen ons daartoe bovenal die glad geslepene bulten welke wij reeds hebben leeren kennen, de „rundhöcker” van Agassiz, de „roches moutonnées” van de Saussure. Volgen wij de bovenste grens dier rotsen bij den Unteraargletscher dan daalt die lijn, van het vereenigingspunt van den Finster- en Lauteraargletscher met den Unteraargletscher, met eene helling van 3 procent voorbij den Rothhorn, den Zinkenstock en den Siedelhorn, of van 8400 voet hoogte boven de zee tot op 7350 voet, en blijft daarbij steeds ongeveer 1800 voet boven de tegenwoordige oppervlakte van het ijs. Wij vinden zulke geslepene bulten, met alle kenteekenen van het echte slijpen door overschuiven van bergijs, ver van alle tegenwoordige bergijsvorming verwijderd, b. v. in de Vogesen. Verder zijn ons daarbij de oude steendijken van dienst, want wij vinden steendijkblokken op afstanden en op hoogten waar thans geen bergijs reikt, en waar zij ook niet door vlottende ijsbergen gebragt kunnen zijn, zoo als dat met de diluviale of zwerfkeijen heeft plaats gehad.

Daar is niet ligt iets wat meer verrast, als men namelijk gewoon is om met oplettendheid rondom zich te zien, dan hoog op de

kalkbergen van de zuidelijke hellingen van het Jurageborgte ontzettende blokken graniet, gneis of schilferchloriet te zien liggen, die uit het vele mijlen daarvan verwijderde berner Oberland of uit de walliser Alpen, afkomstig zijn. En zoo is het op vele plaatsen der aarde. In den tijd toen de zwitsersche bergijsmeren nog hunne oude grootte bezaten, staken zij, als 't ware, hunne ijzige armen uit in alle dalen en vlakten, ten noorden en ten zuiden gelegen; van den Grimsel tot Bern en Solothurn, van Chamouny en de Furka tot Genève, van Tödi tot bij Rappersweyl en Zurich — overal hebben zij steendijkblokken heen gedragen, die men nog heden overal vindt. Ofschoon zij eigenlijk niet hiertoe te rekenen zijn, om dat zij tot het verledene behooren, zoo kan ik toch niet nalaten eenige van die oude steendijkblokken nader te beschrijven, welke als erfstukken van het diluviale bergijs in het stroomgebied der Rhône zijn blijven liggen. J. de Charpentier, de kortelings gestorvene grondige onderzoeker op dit veld, heeft in zijne *Essai sur les glaciers* eene schoone kaart *(du terrain erratique de la vallée du Rhône)* in het licht gegeven, op welke door eene blaauwe kleur de streek aangewezen is, waarover zulke steendijkblokken verstrooid liggen, die, naar het gesteente waaruit zij bestaan te oordeelen, slechts uit de bovenste gedeelten van het rhônegebied kunnen afstammen. Dit gebied omvat het noordwestelijke gedeelte van Walliserland, de kantons Waadt en Freiburg, en een gedeelte der kantons Bern, Neuenburg en Solothurn, kortom, bijna de geheele noordwestelijke vlakte van Zwitserland. Gelijk wij reeds gemeld hebben zijn er zulke blokken ook op belangrijke hoogten nedergelegd, waardoor ons de hoogte bekend wordt die het nu verdwenen bergijs eens bezat. Op den Chaumont, digt bij Neuenburg, liggen steendijkblokken 2400 voet boven den waterspiegel der zee. Met regt verklaart Charpentier de ongelijkmatige verdeeling der steenen binnen dien omtrek, vooreerst als een gevolg van de beschaving en van den landbouw, welken die blokken òf in den weg lagen òf als bouwstoffen welkom waren, en uit dien hoofde verplaatst zijn; en verder, dat men de meesten dier oude steendijkblokken, ten gevolge van de natuur

van het bergijs, slechts aan de randen van dat groote gebied verwachten moet, zoo als, met uitzondering der middensteendijken, ook de steendijken slechts aan de zijdelingsche en eindranden der ijsmeren liggen.

In plaats van vele voorbeelden noem ik slechts een dier reuzenblokken op, welke men met bijzondere namen begiftigd heeft, hetzij om hunne grootte, hetzij om hunne aanwezigheid op eene plaats die hun duidelijk vreemd is. Dit is een kalksteenblok, het grootste dat hij kende en daarom door CHARPENTIER „bloc monstre" geheeten is: het ligt in het Waadtland, op gipsgrond, en is van de rotsen van het dal van Avençon afkomstig. Het is 54 voet lang, 45 voet breed en 61 voet hoog, terwijl het, volgens de berekening van CHARPENTIER, een inhoud van 161,000 kubieke voeten heeft, zoodat men het met regt een steen zoo groot als een huis mag noemen. Van zijne zes afbeeldingen van zulke blokken ontleen ik die van de pierre à Dzo, wijl deze tevens een denk-

Fig. 27.



Pierre à Dzo.

beeld geeft van de bijzondere ligging, in welke zich velen dier steenblokken bevinden. De figuren op den voorgrond dienen tot maatstaf van zijne grootte (zie figuur 27). Een' veel langeren weg dan deze pierre à Dzo moest het 61,000 kubiekvoet groote blok uit talkhoudenden graniet, protogyn, bestaande, afleggen, dat uit het Binnendal, ten zuiden van het berner Oberland afkomstig, thans te Steinhof bij Seeberg aan de noordoostelijke grens van het kanton Bern ligt, en dat door het bergijs 60 mijlen ver vervoerd werd.

Nevens den sluipenden geest van het bergijs woont er in de met sneeuw gevulde kolken en dalen van de Alpen ook nog een' dollen woesteling, de geest van den sneeuwval, de lauine[1]. Niet ligt blinkt het verwoestende geweld van het water zoo snel en zoo schrikverwekkend uit als in deze gedaante, al moge het ook onder andere vormen veel grootere uitwerkselen te weeg brengen. Vele dalen der Alpen, b. v. het Oberhaslidal, zijn links en regts door ver vooruitspringende, dwars het dal doorsnijdende dammen en wallen van rotsblokken afgebroken, die met de sneeuwvallen van de rondom liggende bergen naar beneden gestort zijn. Als de doortogt der reizigers de eenzaamheid van de dalen der Alpen stoort, is die verwoestende magt der sneeuw gewoonlijk reeds lang gebroken, en tot over de grenzen der sneeuwstreken terug gebannen. De stoute kunstwegen welke tot daartoe opstijgen, zijn door geweldige galerijen voor de woede van den sneeuwval beveiligd. Het behoort echter tot de genoegens van een reisje in Zwitserland om, b. v. op den Wengernalp staande, in het middaguur sneeuwvallen te zien afrollen van het tegenoverliggende gebergte, als welks middenpunt de Jungfrau in het blaauw des hemels opstijgt. Men meent, door de zuivere lucht der bergen misleid, er veel naderbij te zijn dan men is, en toch staat men volkomen veilig, want tusschen den Wengernalp en de steil afda-

[1] Of *lawine*. In Zwitserland hoort men dit woord steeds als *lauine* uitspreken; en ook Tschudi schrijft in zijn »*Thierleben der Alpenwelt*": *Lauine*.

lende muren van gindsche bergen gaapt de diepe kloof van het ontoegankelijke Trümmletendal — de rommelkamer, waarin zich alle sneeuw en steengruis ophoopt. Vol verwachting, en om dezen tijd zeldzaam te vergeefs, is oog en oor naar de overzijde, naar de schitterend witte, onmetelijke sneeuwmassaas gerigt. Plotseling kraakt en dondert het daar ginds, als uit duizend verwijderde kanonnen — maar nog ligt alles in doodelijke rust, want te vergeefs zoekt de schielijk over de sneeuwvelden vliegende blik naar eenige beweging der massa. Of de groote verwijdering, òf de verborgene plaats belet om het brandpunt der beweging te erkennen. Doch weldra houdt het door de echoos veelvuldig herhaalde donderen op, en aan den ondersten zoom der sneeuwstreek schiet, uit eene vroeger niet bemerkte spleet, eene wolk als van schuim naar beneden en overdekt de puinhoop, die uit het Trümmletendal oprijst, met eene nieuwe laag sneeuw. Die hoop steengruis vertoont, ten gevolge van vroegere sneeuwvallen, alle kleurschakeringen tusschen zuiver wit en morsig aschgraauw, in naar beneden loopende strepen, als lijnwaadstrooken zich voordoende. Daardoor ziet hij er uit als of er, op verschillende tijden, op zijnen top een vat met taaije, dan eens ligt- dan weder donkergrijze verw geledigd is geworden, en dat die verw vervolgens, gelijk een stroom van lava, nu breeder, dan smaller, nu lager, dan minder laag, naar beneden geloopen is. Die graauwe kleur van de oppervlakkige sneeuw en haren oorsprong kennen wij als het gevolg van het steeds morsig worden der sneeuw op het vlakke land, als zij bezig is te smelten.

Dit is de eerste vorm der sneeuwvallen, wij mogen hem haast den onschuldigen noemen, daar er op deze wijze zelden groote steenen mede naar beneden schijnen te komen.

Doch bij het woord „sneeuwval” denken wij niet aan dezen vorm, maar aan een' anderen, dien wij als het zinnebeeld der verwoesting kennen.

Het is gemakkelijk na te gaan dat de temperatuur, die er in de streken der eeuwige sneeuw heerscht, van grooten invloed moet zijn op de wording en den toestand der sneeuwvallen. Als het

zeer koud is ziet men de vrolijke jeugd niet met sneeuwballen werpen, omdat dan de sneeuw niet balt. Zoo moet het ook in de sneeuwstreek zijn, en men onderscheidt daarom de sneeuwvallen in koude en warme. Doch meer gewoon is de onderscheiding der sneeuwvallen naar hunne wijze van ontstaan, en naar hunne uitwerkselen.

Het ontstaan der sneeuwvallen is niet zoo van het toeval afhankelijk als wij, vlaktemenschen, ons dat verbeelden, want op vele plaatsen heerscht daarin eenige regelmatigheid. Natuurlijk draagt daartoe de afhelling der rotsmuren en de rijkdom aan sneeuw van het jaargetijde het meeste bij. Daarom let men daarop bij het oprigten van alpenhutten, en worden zulke onveilige plaatsen vermeden. De kundige alpenbewoner ziet niet zelden het aanstaande nedervallen of losbreken van eenen sneeuwval vooruit, en keert dikwijls, op een' verren marsch, digt bij zijn doel, weder om en slaat liever een' omweg in: hij weet, dat zijne voetstappen een sneeuwval aan zijne zijde kunnen verwekken.

Dit geldt vooral van de zoogenaamde stuifsneeuwvallen, die voor de gevaarlijksten doorgaan. Zij vertoonen zich vooral bij hevige koude, als de wind bij aanhoudend sneeuwen groote sneeuwhoopen tegen steil afloopende rotswanden aangewaaid heeft. Men noemt hen ook wind- of slagsneeuwvallen, daar hun eene vreesselijke luchtdrukking vooruitgaat, die alleen reeds in staat is om boomen en hutten omver te werpen. Daar hun nederstorten niets anders is dan het afglijden van groote sneeuwmassaas, zoo heeft men op niet al te gevaarlijke plaatsen met goed gevolg aan den ondersten rand van zulke glijplaatsen of glippen, hooge dammen van steenen opgerigt. De heilige bosschen onzer voorouders vinden op de Alpen hunne tegenhangers in die dammen, welke men daar bannwäldern heet: zij zijn even onschendbaar, en dienen tot beschutting van het daar beneden liggende dal voor den drang der sneeuwvallen. En toch breken de sneeuwvallen somtijds door die dammen heen, en laten er breede kloven met opgereten bodem in achter. Zulke bewijzen van de kracht der sneeuwvallen noemt de zwitser lauizug, de tiroler lahnenrunst. Trekt de sneeuwval

over het naauwe bed van eene beek heen, dan vult hij dat op met vaste sneeuw, waar de beek langzamerhand weder doorheen boort, zoodat er eene sneeuwvalbrug ontstaat, die ten laatste meestal weder verdwijnt, maar alle jaren op dezelfde wijs vernieuwd wordt. Liggen zulke sneeuwvalbruggen hoog genoeg in de nabijheid der sneeuwgrens, dan blijven zij langen tijd in wezen, en SCHLAGINTWEIT vermeldt er eene, die zich 73 jaar lang goed gehouden had. Ik vond in het laatst van Augustus, achter in het Lauterbrunnendal, het overschot eener sneeuwvalbrug, namelijk de eene, tot eenen breeden kegel gesmoltene zijde daarvan, welkė ook zeer oud moet zijn geweest, want de sneenw was geheel en al met een zwartgrijs puin bedekt, waarin reeds alpenplanten wortel geschoten hadden.

Die vorm van den sneeuwval, in welken wij ons hem gewoonlijk voorstellen en wel als het zinnebeeld der verwoesting, de rol- of grondsneeuwval, is veel minder schadelijk dan de stuifsneeuwval. Hij ontstaat bij zacht weder, als de sneeuw balt. Maar zulk een rolsneeuwval is geenszins altijd een enkele, ontzettend groote sneeuwbal, in welken wij ons verbeelden dat de boomen en rotsklompen en huizen, die hij op zijnen weg omvergerukt heeft, vast steken als spelden in een speldekussen. Slechts zeldzaam wordt zulk een sneeuwbal 30 tot 40 voet groot, en veel meer bestaat de rolsneeuwval uit een' stroom van talloozc, kleine ballen, die $1^1/_2$ tot 2 voet gewoonlijk niet te boven gaan. Die ballen zijn daarbij, door tegen elkander aan te stooten en te wrijven, ongetwijfeld aan zekere wisseling van vorm en omvang onderworpen, wat hunne beweging matigt; zoodat men zulke sneeuwvallen, als hun nederstorten niet door een zeer hellend vlak begunstigd wordt, in allen gevalle ontloopen kan. Zij doorloopen omstreeks 8 tot 10 voet in de sekonde. De verwoesting, die zij aanrigten, is gedeeltelijk van de gesteldheid van den bodem, waarover zij rollen, afhankelijk. Is hij vochtig en niet bevrozen, dan raapt de sneeuwval de teelaarde volkomen, tot op den steenachtigen ondergrond, mede weg: er wordt daardoor een belangrijk nadeel aan de akkers toegebragt.

Hoe hoog op het gebied van de natuur het „*viribus unitis*”

geschat moet worden, hoe kleine oorzaken in gemeenschappelijke zamenwerking groote gevolgen kunnen verwekken, leert ons ook de sneeuwval. Het is meer dan eens opgemerkt geworden, dat, op plaatsen waar anders regelmatig sneeuwvallen nederstortten, zij achterbleven als de hellende vlakken, op welke de afstorting der sneeuw pleeg te beginnen, in den vorigen zomer niet van haar gras beroofd waren geworden. Zoo iets kon slechts gebeuren ten gevolge van het vroegtijdige vallen en blijven liggen van sneeuw, welke zich, door dooijen, vast aan de grashalmen hechtte en dan, daar die verbinding eene duizendvoudige is, de geheele sneeuwmassa zoo vast aan den grasgrond deed kleven, dat zij niet meer afglijden kon. Dit heeft de alpenbewoners in Walliserland op den gelukkigen inval gebragt, om de sneeuwvallen in zekere mate vast te spijkeren. Op zulke geboorteplaatsen der sneeuwvallen, meestal altijd vette alpenweiden, slaat men, ongeveer een voet van elkander, houten pennen in den grond, welke dan de sneeuw, die in den winter valt, vasthouden en haar slechts langzaam laten smelten.

Diepe dalen der Alpen met hooge oeverbergen, die tot in de sneeuwstreek reiken, zoo als het bovenste gedeelte van het Haslidal in het berner Oberland, vertoonen gewoonlijk in den tijd dat de reizigers die plaatsen bezoeken en wanneer het vallen der sneeuwvallen voorbij is, een beeld der verwoesting. Uit de diepe kloven der dalwanden, van welke men, beneden staande, niet vermoedt dat zij de monden van zulke wijde rotsgangen zijn en van eene zoo groote hoogte afkomen, loopen dikwijls, tot ver in het dal, dammen van steenen, die er volkomen versch van breuk (zie bladz. 138) uitzien, en ontzettend groot zijn: toch zijn zij door den alles overweldigenden druk van de zachte sneeuw naar beneden geworpen, ja zelfs misschien eerst boven losgebroken. Zeldzaam hebben er zulke sneeuwvallen nog in het laatst van den zomer in druk bezochte streken plaats, wijl dan de sneeuw tot aan de eeuwige sneeuwgrens pleeg gesmolten te zijn, terwijl het niet vreemd is, dat eene vroegtijdige sneeuw daartoe nieuwe stof aanbrengt. Omstreeks dien tijd bepaalt zich het storten van sneeuwvallen tot de ontoe-

gankelijke hooge streken der Alpen, wat de reiziger echter meestal slechts van verre, op de straks gemelde wijze, gewaar wordt. Als wij echter met oplettenden en geoefenden blik de Alpen doorkruisen, vooral in den tijd dat de sneeuwgrens door het dooijen in den zomer zeer hoog ligt, dan zien wij dat ook de sneeuwval een der vele vormen is, waarin het water onophoudelijk aan de omtrekken der bergen knaagt en knabbelt.

Doch bij die geweldige werking hebben de sneeuwvallen ook nog eene andere, welke met het leven der natuur in eene naauwe betrekking staat. Het is bijna niet mogelijk om zich een goed denkbeeld te maken van de onmetelijke hoeveelheid sneeuw, die jaarlijks door de sneeuwvallen tot onder de sneeuwgrens gevoerd wordt. Bleven die massaas op de plaatsen liggen waar zij als sneeuw nedergevallen zijn, dan zouden zij misschien zelfs in den herfst nog niet eens gesmolten zijn; op beschaduwde hellingen liggende, daartoe in 't geheel niet geraken, en zoo zou welligt de sneeuwgrens — die wij weten dat niet van de hoogte der bergen alleen afhangt — langzamerhand lager dalen en het weidegebied der Alpen steeds meer en meer beperken. Door de sneeuwvallen worden regelmatig alle jaren eene menigte alpenweiden van den sneeuwlast bevrijd; de sneeuw wordt nu in de lager liggende kuilen door de zonnestralen, die aldaar meer kracht hebben, en door regenbuijen schielijker verteerd, en haar water komt ten nutte der lage landen, terwijl de eeuwige sneeuw hun haar water onthoudt. Tschudi [1] houdt daarom de sneeuwvallen, niettegenstaande de verwoestingen die zij soms aanrigten, toch voor een veel meer nuttig dan schadelijk natuurverschijnsel der Alpen.

Nu eerst kunnen wij in ernst tot de beschouwing van de opbouwende werking van het water overgaan. Uit den aard der zaak sluit zij zich in de meeste gevallen aan de afbrekende werking, daar het water datgene wat het op de eene plaats wegneemt,

[1] Tschudi, *Thierleben der Alpenwelt*, p. 228.

al is het ook in volkomene oplossing, toch op eene andere plaats weêr afgeven moet.

Er kan zelfs geen stofje uit de huishouding der natuur verloren gaan.

Om een' goeden overgang te krijgen geven wij hier eenige voorbeelden van de opbouwende werking van het water, waarbij het niet met ruw werktuigelijk geweld vreemde stoffen opeenstapelt en verwerkt, maar als 't ware uit eigen voorraad bouwstoffen levert, dien het als een schat verborgen hield, maar nu gebruiken gaat om er mede te arbeiden: gelijk de wijsgeerige denker zijne diepzinnige gedachten eerst dan uit, wanneer hij het oogenblik daartoe geschikt acht, en hij met de openbaring er van nut zal kunnen stichten.

Wij hebben reeds gezien dat scheikundig zuiver water nergens in de natuur gevonden wordt, maar dat elk water vreemde stof in oplossing bevat, nu eens in groote, dan weder in zeer geringe hoeveelheid, en dat daarvoor koolzuurhoudend en zeer verwarmd water bijzonder geschikt is. Eveneens is het ons bekend onder welke omstandigheden eene in water opgeloste vaste stof zich daar weder uit afscheiden en hare vaste gedaante weder aannemen kan en aannemen moet. De scheikundige verwantschapskracht is de wet naar welke die scheiding luistert. (Zie bladz. 26.) Meenen wij dat ons drinkwater een te groot gehalte aan kalk heeft, dat wij het waarlijk niet aanzien kunnen, dan behoeven wij in een bierglas vol daarvan slechts eenige druppels zuringzuur te mengen, waardoor de kalk, die in het water verborgen is, terstond genoodzaakt wordt, eerst het water door een wit bezinksel melkkleurig en troebel te maken, vervolgens langzaam naar den bodem van het vat te zinken, om het water weldra weder helder te doen voorkomen. De scheikundige zegt van dat proces: het zuur verbindt zich met den kalk tot zuringzuren kalk, welke uit het water bezinkt of precipiteert.

Bij deze gelegenheid moeten wij nog opmerken dat geheel zuiver water geenszins het beste drinkwater is. Zulk water is integendeel flaauw van smaak, en er ontbreekt het verfrisschende aan, dat het

aan zijn koolzuurgehalte te danken had. Door middel van het koolzuur bezit het water zulke vreemde stoffen in oplossing, welke wij ons niet slechts zonder nadeel toeëigenen kunnen, als zij niet in al te groote hoeveelheid aanwezig zijn, maar waardoor wij zelfs ook menige stof ontvangen, die tot het voortbestaan van ons ligchaam noodig is, b. v. kalk tot onderhouding onzer beenderen.

Kalk is die vaste stof welke het meest met het water vermengd pleeg te zijn, daar hij buitengewoon verspreid is en eene betrekkelijk groote oplosbaarheid bezit. Kalkhoudend water bevat kalk in oplossing als dubbelkoolzure kalk: enkel koolzure kalk is in water onoplosbaar. Verliest dus de kalk, die in het water opgelost is, een gedeelte van zijn koolzuur, dan kan hij niet langer daarin opgelost blijven. Dat verlies lijdt hij door de aanraking met de lucht, waarin een gedeelte van zijn koolzuur ontwijkt. Dit geschiedt des te ligter als het water verwarmd wordt, of als er eene vochtige luchtlaag op rust.

De opneming van kalk in het water geschiedt als dit laatste kalkhoudende aardlagen, of de kloven van kalkrotsen doorloopt, en door zijn koolzuurgehalte, dat zich met het koolzuur van den kalk verbindt, dezen nu als dubbelkoolzure kalk oplost. Komt nu zulk water dat veel opgeloste kalk bevat uit den grond te voorschijn, dan verliest het, naar wij zoo even beschreven, ten minste het grootste gedeelte daarvan. Daardoor ontstaan velerlei, ten deele zeer bekende bezinksels van vaste zoetwaterkalken, en dit zoowel nog tegenwoordig bij aanhoudendheid, als in het jongstverleden tijdperk der aardgeschiedenis, in den zoogenaamd tertiairen tijd.

Het eerst moeten wij hier den tufkalk vermelden. Daaruit bestaan de kleine rotsgroepen die men soms in tuinen ziet opgerigt, en ook die kalksteenen, welke men tegenwoordig in de beminde aquariën ziet, bestaande uit geelachtig witte, of bruinachtig geele steenen, die een sponsachtig voorkomen hebben. Men vindt die in vele streken van Duitschland b. v. bij Weimar, en bij Langensalza in Thüringen, bij Göttingen, Heiligenstadt, Mühlhausen, enz. De tufkalk is het voortbrengsel van zeer kalkhoudende wateren, welke hun kalkgehalte op hunnen, met rottende boombladeren be-

dekten bodem, aan daarin groeijende riet- en andere planten als dikke korsten afzetten. Vandaar vertoont deze kalk ook altijd de afdruksels dier plantendeelen, en de holligheden die er door heen loopen ontstaan door de naderhand uitgevallene stengels en bladeren der rietachtige planten. Alle tufkalklagen schijnen tot den tertiairen tijd te behooren, ofschoon zij toch zeer na aan den tegenwoordigen grenzen, want de overblijfselen van planten en dieren die er in gevonden worden, b. v. bij Robschütz, behooren alle tot nog levende soorten.

De bij voorkeur zoogenaamde zoetwaterkalk is slechts een digtere en minder met gaten doorboorde vorm van tufkalk. Zijne wording schijnt zeer rustig op den grond van kalkhoudende wateren plaats gevonden te hebben, en geschiedt hier en daar nog. Men vindt daarin dikwijls geheel regtloopende, dunne, ronde kanalen, welke niets anders zijn kunnen als de weg voor luchtbellen, waarschijnlijk van koolzuur, die hierin, gedurende de afzetting van den kalk uit het water, onophoudelijk in de hoogte stegen. Zij bewijzen de bovengemelde rustige afzetting van den zoetwaterkalk.

Dat de voorwaarden tot de vorming van tufkalken ook nog tegenwoordig aanwezig zijn, bewijst de bekende sprudelsteen van Karlsbad, die zich niet slechts aan de wanden van de heete bron, zonder ophouden, laagsgewijs afzet, maar ook bloemruikers, vogelnestjes, en andere dingen die men in het water hangt, overdekt of omkorst.

De afzonderlijke lagen sprudelsteen, welke meest in alle tinten van bruinrood tot grijsgeel afwisselen, zijn vezelig. Hij bestaat uit die ondersoort van het kalkgesteente, welke arragoniet heet. Dat kalkafzetten geschiedt in zoo ruime mate dat men van tijd tot tijd de bron, door den kalk los te breken, bevrijden moet. Eene bijsoort van den sprudelsteen, die op eene zeer bijzondere wijze ontstaat, is de erwtesteen. Een stuk daarvan gelijkt, door kleur zoo wel als door gedaante, op eenen klomp aaneengebakken erwten. In het heete, borrelende water worden kleine steentjes en zandkorrels voortdurend in eenen kring rondgestuwd, zoo als wij dat in eenen ketel zien kunnen, waarin eenige erwten of linsen ge-

kookt worden. Gedurende die onophoudelijke omdraaijing zet zich op die ligchaampjes de eene dunne kalklaag na de andere af, tot dat zij ten laatste daardoor zoo groot en zwaar worden, dat de bewegende kracht van het water hen niet langer beheerschen kan, en zij naar den grond zinken, waar zij op de aanrakingsplaatsen oppervlakkig met elkander zamenbakken. Daardoor wordt bij die steeds toenemende laag van nederzinkende kogeltjes het water in haar binnenste afgesloten, en vertoonen er zich in den erwtesteen eene menigte holen, waarin het kalkhoudende water niet meer komen kon. Van de deugd dezer verklaring kan men zich, onder anderen, ook daardoor overtuigen dat de kern van elke steenen erwt altijd uit een klein steentje of eene grove zandkorrel bestaat. Al is de gedaante van dat voorwerp ook hoekig of onregelmatig geweest, zoo krijgt het toch ten laatste, door de onophoudelijke draaijing en de gedurige omhulling met eene nieuwe laag kalk, den kogelvorm. Op de doorsnede van zulk eene erwtekorrel ziet men duidelijk het vreemde ligchaam in het middenpunt liggen, en daar om heen eene menigte dunne schalen, even als bij een' bloembol.

Naar eene andere vergelijking noemt men deze soort van structuur ook de oölithische– of eijersteen-structuur, dewijl men daarbij aan de kuit of eijertjes der visschen denkt. In de lagen van de jura groep komen dikke lagen voor van kalksteen, met zulk eene oölitische-structuur, b. v. in den Harz. Daarom noemen de engelschen de jura groep ook *the oölitic group*. Bij de oölithen der jura groep schijnt echter de vorming der korrels niet zoo eenvoudig als bij de erwtesteenen verklaard te kunnen worden, daar zij menigerlei afwijkingen vertoonen.

Van den sprudelsteen en den erwtesteen is de travertino reeds daardoor onderscheiden, dat hij een kalkafzetsel is uit koude bronnen. Hij vormt, vooral in het midden en zuiden van Italie, groote rotsen, die bij Ascoli zelfs meer dan 300 voet hoog zijn. De travertino is digt of ook wel vezelig, en bevat dikwijls organische zelfstandigheden, of ten minste hare achtergelatene afdruksels. Hij wordt ook heden nog gevormd, vooral in de beroemde marmer-kaskaden van den Anio of Teverone, bij Tivoli. Ook heeft men in romein-

sche waterleidingen de goten dik met travertino overtrokken gevonden.

Wij geven hier de beschrijving die MORITZ WAGNER in zijne *Reisen in der Regentschaft Algier*, 1ster Theil, p. 305, geeft van de nog weinig bekende „vervloekte bronnen" Hammam Meskhutin: „De weg naar Hammam Meskhutin is te paard moeijelijk te bereizen. Nu eens ging het over diepe afgronden, waarin de rolsteenen achter den ruiter naar beneden donderden, dan weder door over den weg hangende boomen en zulke digte struiken, dat men bij elken stap moest vreezen aan de takken gespietst te zullen worden. De „vervloekte bronnen" bevinden zich in een klein dal, vol schoone planten en struiken. Het geraas door het bruischen der bronnen, en de zwarte, opwaarts dwarrelende dampwolken zijn reeds op vrij verren afstand te bespeuren, maar eer men het schoonste gezigt op de Hamman Meskhutin krijgt, blijft het oog met verwondering gevestigd op de zeldzame pyramidevormige rotskegels, welke als een leger van arabische tenten zich boven den vlakken grond verheffen. Gelijk hunne grootte verschilt zoo verschilt ook hunne kleur, van aschgraauw tot het zuivere sneeuwwit. De kleinsten zijn 2 tot 3 voet, de grootsten worden er 20 voet hoog. Het gezigt van die wonderbare rotsfiguren, naast welke overal rookende dampkolommen uit de aarde opstijgen, is zoo spookachtig, het verschijnsel schijnt zoo bovennatuurlijk dat men zich, in de eerste verrassing, bijna geneigd gevoelt om aan de arabische *sage* over het ontstaan daarvan geloof te schenken. Onder een romanesk volk, dat wonderen en geheimzinnigheden bemint, is de sage over het ontstaan van een buitengewoon natuurverschijnsel gewoonlijk niet treffend (om die reden gaan wij de overlevering zelve maar stilzwijgend voorbij). De arabieren kunnen of willen nimmer, zoo als wij, zulke voor hen raadselachtige verschijnsels op natuurlijke wegen verklaren. Die pyramiden bevinden zich alle op een effen veld; het water, dat daar kokend heet op verschillende punten uit openingen der aarde borrelt, en over den grond wegvloeit, bevat als hoofdbestanddeel eene belangrijke hoeveelheid koolzuren kalk, welke zich op de aarde afzet, naarmate het water verdampt. Op die wijze ontstaat er, digt om den mond der bron, de eerste ligtroode kalklaag, waarop de bron, door verloop van tijd, telkens

nieuwe lagen stapelt, terwijl zij ten zelfden tijde, door het afloopende water, den omvang der onderste lagen vergroot. Zoo verheft er zich langzamerhand eene pyramide, tot dat de bron aan het toppunt door hare eigene verharde bestanddeelen verstopt wordt. Is dan met de voltooijing der kegelvorming de bronader niet tevens uitgeput, dan wordt zij gedwongen eene andere opening te zoeken, op eene plaats waar de aarde den minsten weêrstand aan hare uittreding biedt. De commandant LEVAILLANT, die gedurende zijn verblijf te Medschez-Hammar de bronnen dikwijls geheel alleen bezocht, zag eens eene bron die zoo even uit de aarde kwam, op eene plaats waar vroeger geene opening was geweest. Het water dier nieuwe bron had op het oogenblik zijner geboorte 80° R.; op alle andere plaatsen hebben de bronnen zelden meer dan 70° of 71° R., zoodat deze warme bronnen van den Atlas tot de heetste bronnen der aarde behooren. Ofschoon zij tot heden nog niet scheikundig onderzocht zijn, toont toch eene vlugtige beschouwing reeds dat zij eene groote hoeveelheid koolzuren, in koolzuur opgelosten kalk bevatten, benevens koolzuurijzer en veel zwavelwaterstof. Men ziet daar nog vele nieuwe rotsen gevormd worden. Die, welke zich het digst bij de monden der bronnen bevinden, zijn sneeuwwit, nog vrij week, en bestaan uit zuiveren koolzuren kalk. Iets verder ziet men kegels die eerst pas gevormd zijn. Hunne kleur is ligtrood en de ligte damp, die bij sommigen nog uit den top opstijgt, bewijst dat de bronader zich eerst kort geleden verstopt heeft, en het water nu naar een' nieuwen uitweg zoekt. Eindelijk zijn er eene menigte reeds lang gevormde rotsen, welker bronnen dus ook reeds lang verstopt zijn, en waarvan de grijze zelfstandigheid bijna zoo hard is als graniet. Op den regteroever van de rivier Seybusf, tusschen Medschez-Hammar en Hammam Meskhutin, bespeurt men ook twee rotsgroepen, die dezelfde vormen en eigenschappen van de kegels der zoo even beschrevene vervloekte bronnen vertoonen. Er kan geen twijfel wezen dat zij op gelijke wijze en door dezelfde oorzaak voortgebragt zijn, ofschoon men thans aldaar geen spoor van bronnen meer bespeuren kan. Die rotsen schijnen bovendien te bewijzen dat het uitvloeijingspunt der wateren zich in den loop der tijden meer dan eens veranderd heeft."

De veel geringere oplosbaarheid der kiezelaarde of van de kwarts, of, zoo als zij eigenlijk heeten moest, van het kiezelzuur, (daar de gewoonlijk zoogenaamde kwartssteen of vuursteen eene verbinding van kiezelaarde, *silicium*, en zuurstof, *oxygenium* is) doet ons reeds vermoeden dat tufkwartsen en zoetwaterkwartsen veel zeldzamer en in kleinere hoeveelheden voorkomen, dan tufkalken en zoetwaterkalken. Zij ontstaan dus slechts in zeer heete bronnen, bovenal in de heete bronnen van Haukadal op IJsland, welke „geyser" heeten, terwijl men dien naam, ten onregte, uitsluitend aan de grootste dezer wonderbare bronnen geeft. Als ik hier slechts datgene wat zij opleveren beschouw, zoo behoud ik mij vóór om in het vijfde hoofdstuk eene uitvoerige beschrijving dier bronnen te geven. De groote geyser heeft zich uit kiezelaarde, welke uit zijn koud wordend water rondom zijnen mond afgezet is, een' van onderen schotelvormigen krater gevormd, die omstreeks 12 voet hoog, en aan den binnenbovenrand 56 voet wijd is. Eene nieuwe beschrijving van den amerikaan PLINY MILES vermeldt, dat er zich in den omtrek van den krater zoetwaterkwarts afzet, en wel hoe verder er af des te meer, wijl het afzetten der kiezelaarde door het koud worden van het water, en dus op eene andere wijze dan bij den kalk, veroorzaakt wordt. Het kiezelhoudende water, dat slechts 2° onder het kookpunt staat, doordringt de bladeren en stengels der planten, die op den grond groeijen, zoo geheel, dat zij, met volkomen behoud van haar celweefsel en hare uiterlijke vormen, in vuursteen veranderd worden. Omstreeks 150 schreden van den grooten geyser vond PLINY MILES aardlagen van prachtig wit, rood en blaauw gekleurde leem, in scherp afgescheidene ligging. Zij kwamen voort uit een gat in de aarde, waarin kokend slijk borrelde. Het getuigt van den diepen oorsprong en de wederkeerige onafhankelijkheid dier heete bronnen van elkander, dat de „strokkr", die slechts 130 schreden van den grooten geyser verwijderd is, geen zoetwaterkwarts afzet.

De versteening, die voor den onkundige zoo veel raadselachtigs en wonderlijks bezit, gaat dus voor onze oogen haren gang, en die moderne versteeningen verschaffen ons licht over de wording der

versteeningen in de oudste lagen der aardkorst. Zulke versteenende en zelfs verkiezelende bronnen zijn er op vele plaatsen der aarde. Tot de beroemdste behooren de heete bronnen van Fournas op het Azorische eiland St. Michael, welke eene kwartslaag van 30 voet dikte afgezet hebben, waarin vele versteende overblijfsels van planten gevonden worden. In de meeste gevallen, zoo niet in alle, was het versteenende middel ten allen tijde eene waterige oplossing van eene delfstof; en de natuuronderzoeker Göppert te Breslau heeft reeds voor langen tijd, van die stelling uitgaande, kunstmatige versteeningen gemaakt. Dikwijls echter gaat het versteeningsproces zeer langzaam voort. De houten palen, die nog onder water staan, en in het jaar 104, bij Belgrado, door Trajanus er in geplaatst zijn, om eene brug over den Donau te bouwen, zijn slechts een halve duim diep ingekiezeld.

Hier volgt nu een andere vorm van de opbouwende werking van het water, welke in het verborgen plaats heeft en daar, wegens zijne onbeschrijfelijke schoonheid, door de reizigers wordt opgezocht. Wij bedoelen de druipsteenholen. Vele gebergten, vooral ook die uit kalksteen bestaan, zijn rijk aan onderaardsche holen, van welker gewelven het water, dat deels als regenwater buiten op die gewelven gevallen is, druppelsgewijs nedervalt, en voor en na door het gewelf, uit de voegen en barsten, nederzijpelt, deels in dunne brondraden het gesteente van het gewelf doortrekt. Het regenwater, vooral dat wat na eene langdurige droogte het eerst nedervalt, is rijk aan koolzuur, en dus in staat om op dien langen weg door kalkgesteenten een weinig kalk op te lossen. Geraakt het dan aan het gewelf van het hol, dan laat het, bij het afdruppelen, een gedeelte van den kalk aan de afdruppelingsplaats achter, en het andere gedeelte wordt, als de toestand van den grond daartoe geschikt is, onder op de nedervallingsplaats afgescheiden. Zoo is dus dat geheimzinnige opbouwen afhankelijk van het regenen aan de buitenzijde van het gewelf, en men kan zich in een druipsteenhol niet genoeg verwonderen over het feit, dat al die wonderbare vormen het werk zijn van kleine druppeltjes, die men in eene stilte als die van het graf rondom zich

hoort vallen, en als een snel naar beneden schietenden bliksemstraal ziet flikkeren, wanneer onder dat vallen het licht der toortsen er toevallig in weêrkaatst. Zegt ons dan de bejaarde gids dat hij die stalaktiten, van welke de vormende druppels langzaam afvallen, nooit kleiner heeft gekend, dan krijgen wij aanleiding om den langzamen gang der druipsteenvorming als een' maatstaf aan te wenden om den ouderdom der aarde te berekenen. En waarlijk, als het oplossingsvermogen en de toevoer van water hier ten allen tijde gelijk geweest is als thans, dan kan men reeds uit de dikte van vele stalaktiten berekenen, dat de druipsteenholen vele honderdduizenden jaren oud moeten zijn; en die holen kunnen eerst gevormd zijn toen de aardlagen, waarin zij zich bevinden, reeds gevormd waren, en die aardlagen behooren somtijds, zoo als op den Karst in Illyrië, tot jonge formatiën!

De gelijkheid der ijskegels, hangende aan de daken en aan de rotswanden uit welke bronnen ontspringen, met de stalaktiten, wijst reeds op eene gelijkheid in de wijze van ontstaan van beiden. Die gelijkheid verraadt zich ook daarin, dat beide dikwijls eene holle as hebben, van structuur laagsgewijs concentrisch en tevens kristalachtig zijn. Gelijk wij reeds gezegd hebben wast er onder den stalaktiet, die zich benedenwaarts telkens verlengt, een ander gewrocht regtstreeks opwaarts, mits de druppels op een' vasten bodem vallen. Die staande gedaanten noemt men, ter onderscheiding van de hangenden, stalagmiten. Op die wijze zijn de dikke en ruwe zuilen van 100 voet lang, die ik in het Adelbergerhol in de Krain zag, meestal uit twee, ten laatste zamenverbondene helften ontstaan, aan welke de kleine bouwmeesters ten zelfden tijde bouwden, en daarbij niet van het rigtsnoer afweken. Het onderste einde der stalaktiten is bijna altijd spits, terwijl het boveneinde der stalagmiten bijna altijd plat is. De onregelmatige zuil, welke door de eindelijke aanraking der twee helften geboren wordt, moet ten laatste hare onregelmatige gedaante verliezen, want het onophoudelijk afloopende kalkwater vult het als ingesnoerde gedeelte met zijn kalkbezinksel op. Op vele plaatsen was het Adelbergerhol met kromloopende, vlakke stalagmiten bedekt, die er als

wormen uitzagen, uit welke gemakkelijk de gedaanten der kleine stalaktiten te herkennen waren, die boven aan het gewelf hingen en voor geene verlichting door de fakkels te bereiken waren. Bijzonder rijk is het gemelde Karstgebergte aan druipsteenholen: men verhaalde mij in 1835, dat men daar in een' enkelen zomer 30 nieuwe druipsteenholen ontdekt had.

Overigens is de druipsteenvorming niet tot die holen alleen bepaald, maar de opmerkzame beschouwer vindt haar, ten minste ook in het klein, op vele andere plaatsen b. v. aan het gewelf van oude gangen in kalkhoudende rotssoorten, en aan de vochtige, uit kalksteen gebouwde gedeelten van brug- en waterleidingstijlen.

Mogen mijne lezers zich misschien verwonderen, dat ik hier de stalaktitenvorming, welker werken nooit aan het daglicht komen, en dus ook niets tot de gedaanteveranderingen der aarde kunnen bijdragen, als een voorbeeld aanhaal hoe het water op de gedaante der aarde invloed heeft, dan herinner ik hun dat onze tijd- en ruimtemaat niet die der geologie is, en dat onderaardsche gedaanteveranderingen toch ook gedaanteveranderingen zijn.

Onder de metalen is het ijzer het meest algemeen en in de grootste massa verspreid, en er geschiedt naauwelijks eene analyse van den grond die geen ijzer aantoont. Daardoor bevat het water ook niet zelden ijzer in oplossing, hoezeer ook in geringere hoeveelheid dan kalk, en zoo komt het dat zulke ijzerhoudende wateren, door afzetting van het ijzergehalte, ijzererts vormen kunnen. Het is bekend dat de roode en geele kleur van zand- en grindlagen en van tuinaarde, van haar ijzergehalte komt, en dat ook het ijzer ons bloed rood kleurt.

Onmiddellijk onder de graszoden van moerassige weiden en lage veenen vindt men eene laag, dikwijls slechts eenige weinige duimen dik, van eene zwarte, poreuse, aardachtige massa, die meer of min aaneenhangt. Dit is het zoogenaamde ijzeroer, eene verbinding van ijzeroxydehydraat en phosphorzuur ijzeroxyde met bijmengselen van kalk, leem, zand en teelaarde. Het vormt zich door inwerking van water, dat koolzuur ijzeroxydule opgelost houdt, op rottende overblijfselen van planten. Het ijzeroer geeft

een slecht ijzer, omdat het steeds zijn phosphorgehalte op het metaal overdraagt, door welke gehalte dit erts zich onderscheidt, dat uit ijzerhoudend water, onder medewerking van planten, ontstaat. Hoogst waarschijnlijk spelen bij de vorming van ijzeroer ook mikroskopisch kleine plantjes, de gallionellen, uit de groep der kristalwieren, *Diatomaceae*, eene belangrijke rol.

Wij hebben nu eenige werken van het water beschouwd, die het als uit zijn eigen binnenste voortbragt, en wenden ons nu naar dezulken, die het met mechanisch geweld uitvoert.

Zij kunnen onder den gemeenschappelijken naam van sedimenten, bezinksels, begrepen worden, en wij kunnen er ook in vele gevallen de woorden afzetsels, aanslibbingen, nederzetsels, enz., op toepassen. Hun ontstaan berust eenvoudig daarop dat de voortbrengsels der verwering en van elke andere soort van verslijting van de oppervlakte der aarde, door het water verzameld worden en daarin naar de wet der zwaarte bezinken.

Grindbanken en steenlagen, welke op die wijze ontstaan zijn, onderscheiden zich dus steeds van oude steendijken (zie blz. 175) daardoor, dat de grootste en zwaarste steenen hier altijd onder liggen, terwijl wij bij de steendijken, ten gevolge van de wijze waarop zij gevormd zijn, waargenomen hebben dat zij zonder regelmaat door elkander liggen.

De bouwstof voor bezinksels bestaat uit alles wat zich van de vaste aardkorst los gemaakt heeft en aan de bewegende kracht van het water is overgeleverd geworden. Daarvoor heeft men in de wetenschap het woord *detritus* uitgedacht, hetwelk iets dat afgewreven geworden is beteekent; wij kunnen ons in plaats van dat vreemde woord van het woord grind bedienen, maar vooral zouden wij dat nog beter kunnen doen, als niet het spraakgebruik eene al te bepaalde beteekenis aan dit woord gegeven had, en b. v. het zand niet buiten sloot.

De bezinksels uit water, voormalige zoowel als tegenwoor-

woordige, knoopen het jongste geologische verleden zóó aan den tegenwoordigen toestand van de aardkorst vast, dat men dikwijls in twijfel staat of zulk een bezinksel eene vorming uit ons tijdperk der aardgeschiedenis, of wel uit eene der laatste geologische katastrophen is. De wetenschap onderscheidt op dit gebied met zulke twijfelachtige grenzen, een diluvium en een alluvium, de eerste benaming het jongst verledene, de laatste het tegenwoordige tijdvak van de geschiedenis der aarde aanduidende. De werken van beide zijn elkander soms zóó gelijk, dat er bijna geen onderscheid in te bespeuren is, en dikwijls zijn het slechts eenige spaarzaam daarin voorkomende versteeningen van uitgestorvene dieren of planten, welke het mogelijk maken om te bepalen of zij tot het diluvium of tot het alluvium behooren, of, gelijk men zegt, zij diluviaal of alluviaal zijn.

Bijna in alle vlakten of flaauw golvende landen treffen wij onder de teelaarde meer of min dikke lagen zand en grind aan. Wij kunnen niet twijfelen of zij zijn het achterblijfsel van groote watervloeden, en toch zien wij thans te vergeefs naar het water rond, waaruit zij ontstaan konden. In dit geval hebben wij diluviaalvormingen voor ons. Vinden wij daarentegen, b. v. tusschen Meissen en Dresden, het Elbedal een uur breed met zand en grind bedekt, waar overheen de vlijt van den landman een' akkergrond geschapen heeft, dan moeten wij dit voor het werk houden van de voormalige breedte of grootte der Elbe, eene grootheid, van welke deze rivier sedert verloren heeft en nog steeds van verliest. Dit is eene alluviaalvorming.

Gaan wij nu tot eene beschouwing van de nog steeds ontstaande bezinksels over, dan kunnen wij hen uit verschillende oogpunten bezien. Wij kunnen hen voor bij voortduring gevormd wordenden, voor afwisselend of periodiek wederkeerenden, en eindelijk voor toevallige vormen houden. Wij kunnen hen echter ook, in hunne plaatselijke betrekking tot het water, als zulke bezinksels beschouwen, die onder den waterspiegel verborgen blijven, of ten minste slechts gedeeltelijk daar boven komen, en als zulke, die door het weder wegvloeijende water achtergelaten worden. Ook naar de

verschillende stoffen kunnen wij hen als zand-, klei-, grindbezinksels enz. onderscheiden. Wij behoeven slechts aan de verschillende vormen te denken, waarin het water zich vertoont: aan de bergijsbeek, die door den regen of door het smeltwater opgezwollen is; aan de stortvloeden van eenen plasregen of eene wolkbreuk; aan de voortstuwende kracht van eene majestueuse rivier; aan hare inmonding in de zee of in een meer; aan eene dijkbreuk; aan het geweld van de branding der zee, enz. om ons een denkbeeld van alle mogelijke soorten van bezinksels te kunnen maken. De invloed van het water op de gedaanteveranderingen der aarde, in den vorm van bergijs en sneeuwval, hebben wij reeds leeren kennen.

Ook hier mag ik niet nalaten mijne lezers en lezeressen te verzoeken om deze werken van het water niet te meten met den maatstaf der bergen. Sedert het tegenwoordige tijdperk der aarde arbeidt het water op den bodem der zee aan de ophooping van nieuwe aardlagen, die misschien thans reeds niet minder dik, dan de quaderzandsteenrotsen van saksisch Zwitserland hoog zijn, welke massaas slechts daarom een' zoo grooten indruk op ons maken, omdat zij met ons op den oever der Elbe staan. Misschien ontbreekt er slechts de opheffende kracht van een' vulkaan, om die onderzeesche aardlagen voor ons zigtbaar te doen worden. Al is ook het Bödeli tusschen het Briënzermeer en het Thunermeer, waarop Interlaken ligt, gelijk de naam [1] van dit heerlijke oord aanduidt, reeds overoud, zoo zijn er toch nog de beide wateren, die sedert onheugelijke tijden van de bergijsmeren zand en grind aanvoerden en eens, door aanslibbing van het Bödeli, een meer in tweeën deelden. De Aar, welke deze beide meren toch nog met elkander verbindt, heeft, van Meiringen tot Briënz, het Unterhaslidal gevormd, en zij houdt nog steeds met dit werk vol, terwijl zij ter zijde van Briënz nog altijd nieuwe massaas zandslijk in het meer spoelt, en daardoor aan dit meer onmerkbaar maar zeker de eene duimbreedte na de andere ontneemt.

Vele van die gemelde vormingen, zoo niet alle, kan men in het klein, als aan modellen, na elken duchtigen onweêrsregen be-

[1] *Inter lacus*, tusschen de meren.

studeren. In plaats dus van den lezer met eene dorre beschrijving lastig te vallen, noodig ik hem uit, om, als hij de volgende bladzijden gelezen zal hebben, die eene schildering van de uitwerkselen van eenen sterken onweêrsregen behelzen, naar buiten te gaan en den een' of anderen akker te bezoeken, welke alsdan voor een' dag eene geschikte en prachtige modelkamer zal zijn ter bestudering van de natuurkundige aardrijkskunde; totdat de landman, met schoffel en spade gewapend, de sporen van het water, die voor hem niet leerzaam zijn maar wel nadeelig, zal hebben uitgewischt.

Wij staan op het opene veld. Dunne wolken drijven eenzaam aan den blaauwen hemel, en slechts ver aan den horizont weêrlicht het nog zwak uit dien zwartgrijzen wolkenmuur, welke een half uur vroeger hier de zon verduisterde. Blinkende hoopwolken hebben zich op hem gestapeld en kaatsen het zonnelicht terug. Doch thans zullen ons de veranderlijke decoratiën van den hemel, noch de frischgroene toppen der boomen verheugen — wij willen leeren van morsige paden, die wij heden voor het eerst ter wille van hen zelven betreden. Overal zien wij de sporen van den overvloedig gevallen regen. Ons pad loopt langs een hooger liggend dijkje. Het daarachter liggende veld heeft een' steenachtigen grond en loopt glooijend op. De greppels loopen in de rigting waarin het hooger wordt en een van allen, die, bijzonder diep uitgegraven, de grensscheiding uitmaakt van den akker des buurmans, is het stroombed voor een' kleinen waterstroom geweest, die van het veld af, over het dijkje heen, op den veldweg nederstortte. Hij heeft ons een model geschonken. Het water voerde aarde en steenen door die greppel en stapelde beide, terwijl het onder zijn naar beneden storten in den rand van het dijkje eene sleuf spoelde, als een zoogenaamde slijkdam of slijkhoop op. Daar het water hier terstond weder wegvloeide zoo zouden wij dien slijkhoop niet van eenen grindhoop of gruisdam — door het opstapelen van zand, gruis enz. zonder water ontstaan — kunnen onderscheiden, als wij niet op zijne oppervlakte en zijwanden door eene dunne laag slijk duidelijk gewaar konden worden dat het water aan zijne vorming deelgenomen had. In het voorbijgaan ge-

zegd, wij kunnen de wijze waarop echte gruishoopen gevormd worden zeer gemakkelijk kennen leeren in diepe, holle wegen met steile wanden en in steengroeven. De aardkluitjes of steenen die van den bovenrand der wanden voor en na los worden, vallen aan den voet van den muur neder, en vormen daar langzamerhand eenen hoop met eene helling van ongeveer 30°, die den voet van den wand bedekt, en daarbij ten zelfden tijde het pad door zulke holle wegen telkens smaller maakt.

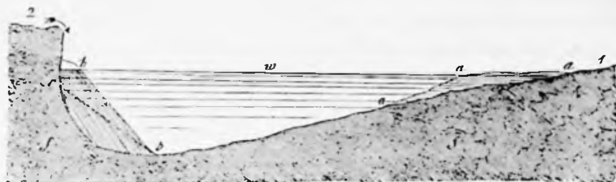
Wij naderen nu eene kleine, komvormige diepte in het veld, die de eigenaar tot zijn nadeel verzuimd heeft te vullen. Zij is nu met zand gevuld dat er door den regen, van den veldweg af, is ingespoeld. Aan het punt, tegenover dat waar het water in den kuil gekomen is, heeft het zich toch door eene diepe sleuf een' uitweg gebaand en zoo die aanslibbing spoedig weder verlaten; konden wij dat niet aan het aangeslibde zien, dan zouden wij gelooven, dat het water door het zand heen in den grond gezakt was. Dit is echter zoo niet, want in dat geval zouden wij het aangeslibde van boven met eene dunne laag slijk bedekt gevonden hebben, welke door het rustig zakkende en in den grond dringende water moest achtergelaten zijn, daar dit zich als 't ware gefiltreerd zou hebben. Wij vinden die dunne slijklaag niet en dus moet het water, nog vóórdat het die kleine slijkdeeltjes kon laten vallen, ruimschoots weggevloeid zijn. Ook dit laatste kunnen wij bewijzen, want wij zien de oppervlakte der aanslibbing niet vlak en effen, maar door bijna regelmatige golven als dwars geribd, wat door de golfslagen van het breed en vrij afgevloeide water ontstaan is. Misschien hebben wij in die geribde oppervlakte der aanslibbing zelfs eene aanwijzing van de windrigting gedurende dat wegvloeijen. Als wij nu die aanslibbing onderzoeken, dan vinden wij, bovenop, eene verscheidene duimen dikke laag van fijn zand, dan eene laag kleine steentjes, en onderaan liggen de grovere steenen, die het eerst naar beneden gezonken zijn. Eene dergelijke verdeeling vinden wij somtijds ook bij groote diluviale en alluviale bezinksels, somtijds echter ook niet, maar wij vinden die dan slechts uit zand, en naar onderen

hoogstens uit fijn gruis gevormd. Onze modelkamer geeft ons ook hiervan de verklaring. Het water, dat uit gindschen kuil weder afvloeide, heeft zijnen weg, dien wij gemakkelijk volgen kunnen, verder naar beneden naar eene plaats van den akker genomen, die een weinig lager ligt, totdat het in een' versch gegraven kuil aankwam, welke gemaakt is om een ongeoorloofd pad af te snijden, en het in dien kuil in den grond verdween. Hier heeft het zich volkomen gefiltreerd, en wij vinden die diepte van onderen half met fijn zand en van boven met slijk opgevuld. Waren wij het eerst aan dit punt gekomen, zoo zouden wij genoodzaakt zijn geworden om naar eene verder naar boven gelegene plaats te zoeken, waar de grovere deelen terug gebleven zijn. Bij diluviaal- en alluviaalbezinksels, welke uit fijne massaas bestaan, zou het, door het onderzoeken van groote landstreken, misschien gelukken eene dergelijke verklaring te verkrijgen. Doch even dikwerf zouden wij te vergeefs naar eene hooger liggende legplaats der grovere massaas zoeken, daar de fijnheid der lagen niet altijd van eene afscheiding alleen, maar ook van eene verbrijzeling en vergruizing der geheele bewogene massa kan afhangen, als de weg namelijk zeer lang en het voortstuwende geweld van het water zeer groot was.

Wij komen nu aan een tamelijk diep meertje, welks voorheen helder water wij nu troebel vinden. Het heeft aan de eene zijde een' zeer weeken, vlakken, en aan de andere zijde integendeel een' steilen oever. Van de vlakke zijde af heeft een kleine stroom van regenwater zich eene groef naar het meertje uitgespoeld, en eene bijna halfmaanvormige laag van fijn zand op den weeken oever tot in het water voortgeschoven. Die laag stapelde ten laatste tot boven den waterspiegel op, en in dat gedeelte daarvan groef zich het al voortvloeijende water terstond weder kanaaltjes, die zich zelfs vertakten.

Wij hebben hier het kleine model van een groot werk vóór ons; want wie kent niet de deltavorming en vooral de delta van den Nijl? Ofschoon letterlijk elke regen, die maar een weinig krachtig is, kleine deltaas vormt, zoo willen wij toch die, welke wij hier beschouwen, met eenige figuren te hulp komen. Figuur

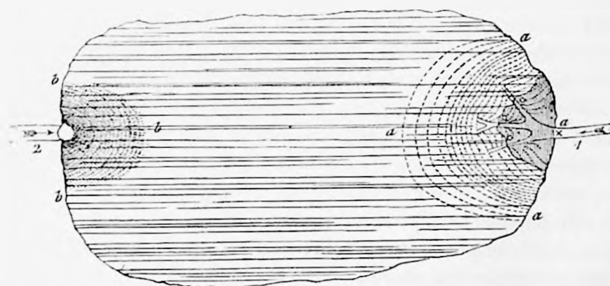
Fig. 28.



Schema tot verklaring van de deltavorming. Loodregte doorsnede van een meertje *w*, en zijne oevers en bed *ff*, 1 en 2 instroomend water, *aaa* delta, *bb* slijkhoop, *cb* gedachte lijn van den slijkhoop.

28 stelt eene loodregte doorsnede van ons meertje voor. De waterspiegel is door *w* aangeduid, en *f f* is de doorsnede van het bed van het meertje, dat wij regts zeer vlak en links veel dieper zien afgebeeld. Van 1 af is een waterstroompje gekomen en heeft de zandlaag *a a a* ingespoeld, welke zich bij haren aanvang een weinig boven den waterspiegel verheft. Die zandlaag is eene kleine delta. Nog beter zullen wij dit alles door figuur 29 begrijpen. Zij verschaft ons een blik op den waterspiegel tot naar

Fig. 29.



Platte grond van hetzelfde meertje.

onderen op den grond, hetgeen wij in de werkelijkheid aan ons meertje, dat nu troebel is, evenwel niet kunnen doen. Bij 1 zien wij de groef, door welke het regenwater in de rigting van den

pijl naar binnen stroomde; *a a a a* geeft ons den omtrek van de delta aan, welker ringsgewijze lagen, voor zoo ver zij onder water liggen, door gestippelde lijnen aangewezen zijn. De bovenste laag der delta, die boven water uitsteekt, is geschaduwd, en wij bemerken daarin eene voortzetting van het zich meermalen vertakkende kanaal, waar het water doorgeloopen is. Als die wateraanvoer steeds aanhoudende was, dan zou ook die verlenging van het kanaal aanhoudend worden, en wij zouden zien dat in dit geval het water zich zelf eerst bouwstof verschaft voor zijnen bodem en er dan een kanaal in graaft. Juist zoo is het met den Nijl, de Ganges en andere stroomen welke, uit een vlak oeverland, in eene plaats van de zee uitloopen, waar het strand zeer vlak is. Die inmondingsplaats lag eens veel verder achterwaarts dan zij tegenwoordig ligt. Bij ons regenstroompje lag zij eerst dáár waar op onze figuur 29 een kruisje staat, thans ligt zij in drieën gespleten bij de drie kleine kringetjes. Zien wij eens van onze kleine meerdelta op naar de groote deltaas der rivieren, dan moeten wij ons vooraf herinneren, dat de Ganges, in honderd jaren, eene kubieke mijl land in zee voert. Als nu het grootste gedeelte daarvan, kort na zijn intreden in de zee, naar beneden moet zinken, dan begrijpen wij dat die rivier alleen niet onaanzienlijke streken vast land voortgebragt moet hebben, en nog steeds bij voortduring voortbrengt.

Maar zoo gaat het slechts zoo lang als de diepte der zee voor den mond der rivier zeer gering is. Is de buitenste grens dezer ondiepte door de deltavorming eenmaal bereikt, en neemt dan de diepte der zee in eens aanmerkelijk toe, wat zeer veel het geval is, dan zinkt het aangevoerde slijk in die diepte weg, en het kan duizend en nog meer jaren duren eer zij geheel opgevuld is, en de deltavorming van nieuws af begint.

De gedachte aan eene snel toenemende diepte van de zee brengt ons naar onze figuren terug. Wij moeten nu ook datgene beschouwen wat er aan den steilen oever, tegenover de kleine delta, op den daar lager liggenden grond van het meertje geschied is. Wij zien in figuur 28 onder den waterspiegel eene schuins tegen

den oever leunende ophooping *b b*, welke, van 2 afgekomen, in de rigting van den gekromden pijl, met het water dat hier instroomde, aangebragt is geworden. Wij zien daarin een' echten slijkhoop, en wij zien tevens gemakkelijk dat de vorming daarvan slechts van die eener delta verschilt door den toestand van den oever. Ook die slijkhoop rijst met zijnen top boven den waterspiegel uit, wat nevens de diepte van het water eeniglijk van den duur en de hoeveelheid van den toevoer afhangt. Hij had even zoo goed onder den waterspiegel kunnen blijven, en door de lijn *b c* begrensd gebleven zijn. Figuur 29 2 *b b b* behoeft, na deze opmerkingen, wel bijna geene verklaring meer. Wij zien de groef van instrooming (2 met den pijl) en den omtrek van den slijkdam *b b b*.

Aan de oevers van de zwitsersche en andere meren met hooge oevers ziet men veelvuldig zulke slijkhoopen, die er door beken ingebragt zijn en die, naarmate van den rijkdom aan water en gruis der beken, meer of min toenemen. Mist men die hoopen aan den mond van eene beek, die steeds groote hoeveelheden gruis met zich pleeg mede te voeren, zoo kan dit slechts daardoor komen, dat op die plaats de oever schielijk tot eene belangrijke diepte wegzinkt: een duiker zal den boven ontbrekenden slijkhoop dáár zeker vinden.

De groote geheimzinnige, zoo als de zee wel eens te regt geheeten werd, bedekt met haren sluijer zonder twijfel even zoo vele slijkhoopen als er groote stroomen op steile plaatsen van haar strand inmonden.

Elke rivier spoelt, jaar op jaar, onmetelijke hoeveelheden slijk in zee, waar het naar den bodem zinkt en afzetsels vormt, waarin tallooze overblijfselen van dieren en planten als begraven worden. Hoe ver zulke bezinksels in zee oploopen weten wij niet. Wij weten slechts, dat de slijktoevoer der stroomen, zonder ophouden, aan eene ophooping van den bodem der zee arbeidt. Eene gelijkmatige verspreiding en verdeeling, en ten gevolge daarvan eene opvulling van de oneffenheden van den bodem der zee, is hierbij weinig te verwachten, daar noch de magt van den storm, noch die der zeestroomen hier diep genoeg voor reiken. Integendeel

het zal wel lang duren eer de fijnste deeltjes, die met het rivierwater in zee gevoerd worden, naar den bodem zinken. Misschien moet men aannemen, dat hoe verder van de kust af des te fijner het bezinksel op den bodem der zee is.

Eene en dezelfde rivier is op verschillende tijden meer of min rijk aan slijkdeeltjes. In den Rijn nam men bij Bonn eenmaal 78, en een ander maal 20 deelen slijk op 100,000 deelen water waar. Dat verschil laat zich gemakkelijk daardoor verklaren, dat de verschillende groote watertoevoeren van den Rijn, ten gevolge, van onderscheidene oorzaken (regen, opwoelende stormen, enz.) dan meer, dan minder vaste deelen met zich medevoeren. In het eerste geval had het bezinksel van het rijnwater zich na vijf dagen reeds volkomen afgezet, in het andere eerst na vier en eene halve maand. Het eerste was een geel slijk, het andere een zwart, zeer vast aaneenhangend bezinksel.

Uit die feiten laat het zich gemakkelijk begrijpen hoe het komt dat wij de gesteenten der aarde die in lagen liggen, en niets anders dan vroegere bezinksels uit zee-. of zoetwater zijn, zoo hoogst fijn van structuur vinden.

Maar al zien wij ook niets van dien onderzeeschen bouw van het water, wij mogen hem toch voor zeer belangrijk houden. Als de geest der vulkanen, die door ouderdom zwak schijnt geworden te zijn, nog eenmaal eene laatste krachtsinspanning zou willen beproeven, en een gedeelte van den bodem der zee tot boven het water wilde opschuiven, dan zou het alsdan levende geslacht — als de wetenschap niet bij hem in schijndood nederligt — niet met verwondering, maar met zelfvoldoening zien, dat het omhoog gehevene eene verrassende gelijkheid heeft met de lagen onzer jura-groep, of onzer schelpenkalk- en krijtrotsen, en slechts daarvan verschilt door de soorten der organische wezens, welker overblijfselen er in besloten zijn.

Wij moeten nog eens naar de gruishoopen terugkeeren, zoo als zij zich in het bed van beken, vooral in zijne krommingen en aan de monden ophoopen. Want voor dezen is de naam van gruisdam passender dan dien van slijkdam, daar zij slechts zelden

door waterstroomen naar beneden gespoeld, maar meer door het water gedrongen en langs de hellende baan zachtjes afgeschoven worden. Zulke gruishoopen vindt men niet slechts in eigenlijke beken, maar ook dikwijls op de plaats waar watervallen nederstorten. Ik vond b. v. aan de linkerzijde van het Unterhaslidal, onder de Oltschibeek en de Wandelbeek, hooge gruishoopen nedergeworpen, zoodat die beide heerlijk schoone watervallen thans nog naauwelijks twee derde hunner oorspronkelijke storthoogte hebben, eene storthoogte, waarin zij der beroemde Stuifbeek weinig toegaven. Zij bouwden zich ongetwijfeld dat voetstuk voor hunnen schuimenden voet uit de rotsblokken, die zij ten tijde van het smelten der sneeuw, als zij het krachtigst zijn, medegesleept hadden.

Op den terugweg van ons model naar huis treffen wij nog eene plaats aan, waar het water bijna alle tuinaarde, van een hooger gelegen gedeelte naar een lager gelegen gespoeld heeft. Wat het eene mist, heeft het andere nu dubbel. Wij herinneren ons hoe er om den voet van eenzaam staande bergen meestal een krans van boschjes en weiden ligt. De regen spoelt van den berg onophoudelijk alle fijne en door hunne oplosbaarheid zeer vruchtbare deeltjes, naar beneden naar den voet van den berg, en maakt dien zoodoende vruchtbaar.

Doch hier zien wij den opletttenden eigenaar van het land reeds bezig om die onwelkome uitgaaf weder aan zijn land terug te geven. Voor ons is die aanslibbing bijzonder leerzaam, want die laag, welke wel eene el dik is, en die de man met zijne spa loodregt doorgestoken heeft, bevat tusschen zand en slijk eene menigte takjes, bladeren, slakkehuisjes, keverschilden en andere dierlijke deelen, die meestal duidelijk laagsgewijs liggen. Denken wij die laag honderdmaal dikker en door eene sterke drukking tot een laaggesteente zamengeperst en verhard, dan hebben wij een laaggesteente vol versteeningen vóór ons. Alzoo wederom een klein geologisch model. En als de man minder zorgvuldig voor zijn land, en de zomer rijk aan zulke regenbuijen als die van heden was, dan zouden wij op deze plaats eindelijk door elke regenvlaag

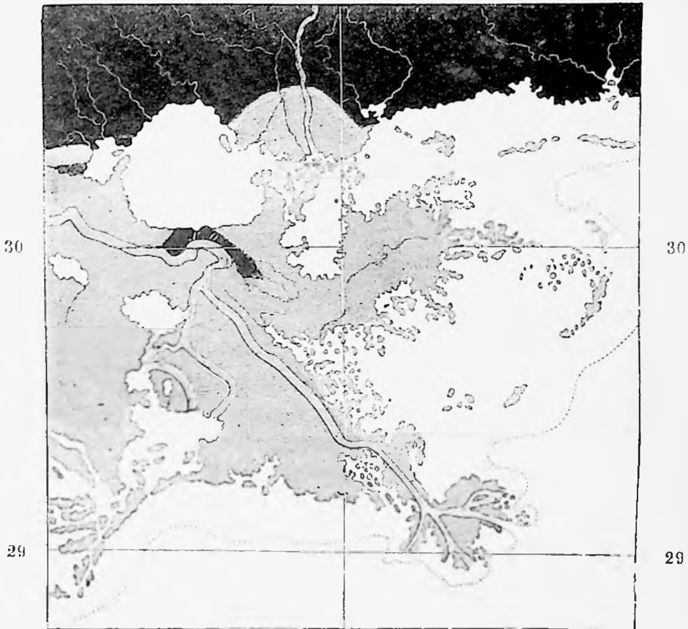
eene nieuwe laag op de vorige gestapeld, en in alle te zamen het model van een geognostisch lagenstelsel zien.

Voegen wij nu, bij die gevondene kleine werkingen van den regen, den grooteren omvang van ruimte en massa, en den langen duur van zulk eene aanslibbing, zoo als wij reeds eenige malen gedaan hebben, dan gaan wij niet naar huis zonder wijzer te zijn geworden. Er schiet ons nu nog over om eenige toepassingen te maken.

Moge het ontstaan eener delta vooral van den kant der rivier komen, in vele gevallen komt de hulp van de zee zelve er bij, om de jeugdige vorming te bevestigen en tijdelijk in zekere mate te begrenzen. Niet slechts door den aandrang der golven, die veelal naar den zoom der delta gerigt is, maar vooral ook door de scheikundige bestanddeelen van het zeewater, wordt er aan den buitensten zoom der delta een' randwal gevormd, uit het wel nooit ontbrekende kalkgehalte van het rivierslijk en het fijne zand. Die wal omgeeft het afzettingsgebied van het rivierslijk, en daar binnen in zet zich de delta neder, door kanalen en meren afgebroken.

De delta van den Ganges is de grootste der aarde, want zij is meer dan 50 geogr. mijlen lang, en aan die zijde, welke naar de zee heengekeerd is, bijna even zoo breed. Merkwaardiger nog is de delta van den Mississippi, deels wegens haren rijken plantengroei, deels daardoor, dat die rivier haar bed, aan het einde van den tegenwoordig vijfmaal gespleten stroom, aan beide zijden eerst ophoopt, zoo als uit nevensstaand kaartje te zien is. (Figuur 30). Het is bekend, dat de Mississippi jaarlijks ontzettende overstroomingen veroorzaakt en daardoor zijne delta telkens een tijdlang met water bedekt. Die delta is op het kaartje gestreept voorgesteld. In het drooge jaargetijde is zij met cypressen, palmen, riet en biezen begroeid, en wordt door landkrabben, kikvorschen en alligators bewoond. De gestippelde lijn op het kaartje is de grens van eene streek waar de zee slechts 30 voet diepte heeft, en is dus de grens der delta onder den waterspiegel. De magtige stroom verandert dagelijks de strandlijnen van zijne delta, waarbij

Fig. 30.



Kaartje van de delta van den Mississippi.

hem de onmetelijke hoeveelheid drijfhout, dat hij op zijnen langen weg door oorspronkelijke bosschen van de oevers losrukte, van dienst is. Dat drijfhout, grootendeels uit geheele boomen met hunne wortelkluiten bestaande, vormt groote, zamenhangende banken, tusschen welke zand en slijk zich verzamelen en naar beneden zinken. Een gedeelte van dat drijfhout vervalt in de golf van Mexiko aan den golfstroom, die het naar de kusten van Newfoundland, IJsland en Spitsbergen voert.

Onder de rivieren van Europa die eene delta vormen, is vooral de Rijn opmerkelijk, wijl zijne delta sedert langen tijd naauwkeurig bekend en vrij ingewikkeld van natuur is, daar er, bij den afwisselenden invloed van den Rijn en de zee, nog de omstandigheid bijkomt, dat de bodem van Nederland, door eene op zich zelve staande daling, bij voortduring lager schijnt te worden. De eigenlijke bodem van Nederland en van de vlakke landen, die er tot aan Westfalen aan grenzen, bestaat uit een kleiachtig kwartszand, waarin vele geschovene en gerolde steenen van verwoeste krijtbergen en granietkeijen van Scandinavie gevonden worden. (Zie bladz. 148). Dit is het „zand" van de nederlanders en de „geest" van de westfalers, en wij moeten die laag tot het diluvium rekenen. Het alluvium dat er tegenwoordig op ligt, werd hoofdzakelijk door den Rijn, de Schelde en de Maas aangevoerd. De Rijn verdeelt zich bij zijne aankomst in zijne delta in drie takken: de Waal, de Lek en de IJssel. De IJssel loopt naar het noorden en mondt uit in de Zuiderzee. De Rijn heeft in vorige dagen zijn bed meermalen veranderd en daardoor eene menigte bezinksels terug gelaten, ten gevolge waarvan hij, gelijk alle rivieren, zijn bed verhoogde, en deels daardoor, deels door kunstmatige dijken, door welke men het indringen van het water in de groote vlakten keert, zijn de polders ontstaan, vlakten die beneden den waterspiegel liggen en welke men door watermolens droog moet houden. De aangeslibde bodem dier polders bezit de bekende vruchtbaarheid van kleigronden. De landerijen, welke onmiddellijk aan de zee grenzen, verheffen zich langzamerhand van zelf boven den zeespiegel, daar er zich op haar eene zoutplant vestigt, de zonderling gebouwde zeekraal, *Salicornia herbacea* L., tusschen welke planten de zandmassaas, die er door de golven der zee overheen gespoeld worden, vasthechten, tot die vlakten ten laatste slechts nog door bijzonder hooge vloeden bereikt kunnen worden, en zij vervolgens door kunstige dijken tegen de woede der golven beschermd en afgedamd worden.

Gedurende den langen tijd der wording van de delta van den Rijn heeft de zee, zelfs sedert de dagen van Caesar, herhaaldelijk inbreuken gemaakt in deze werkplaats van het zoete water. Waar

nu de Zuiderzee ligt, lag eens een meer van zoet water, waar de IJssel doorheen stroomde. Later werd de meer noordelijk gelegene streek land tot aan het strand, door het tot een worden van dat meer met de zee, ondergespoeld, terwijl er van het strand slechts eene rij van langwerpige eilanden overbleef en de Zuiderzee tot een zeeboezem werd. Alle verschijnselen van de rijndelta te zamen genomen, blijkt het, dat haar ontstaan vooral van den oeverwal afhing, die een uitgestrekt heuvelachtig zandland van de zee afscheidde, op hetwelk de zand- en slijkdeelen, door de gemelde rivieren aangevoerd, in lagen bezonken.

Door zulke deltavormingen kan de geographische ligging van kuststeden wezenlijk veranderd worden.

Dit is vooral in het Lombardisch-Venetiaansch koningrijk aan de Adriatische zee geschied. Daar loopen eene menigte rivieren in uit, die na een' korten loop, meestal van de Alpen komende, groote massaas gruis en steenen medevoeren. Daardoor heeft er zich langs de geheele kust, noordoostelijk van de Stobba tot zuidwaarts van den Reno, een waar deltaland vol kanalen en lagunen gevormd, zoo als dat, zoo digt bij elkander en uit zoo vele zelfstandige rivieren ontstaan, zeldzaam voorkomt. Een lange, flaauw gebogene oeverwal, welks afzonderlijke stukken in de nabijheid van Venetie lido genaamd worden, vormt de zeegrens. Achter dien wal liggen, vooral bij Venetie en Commachio, groote lagunen, aan welker vulling de Po, de Adigo en eenige andere rivieren werken. Zoo doende worden de steden, welke aan den oever dier lagunen liggen, langzamerhand daarvan afgesneden, wijl vóór haar de lagunen opgevuld worden. In de dagen van Strabo lag Ravenna op de deltaas van eenige onbeduidende rivieren der Apenijnen, aan eene lagune, welke als oorlogshaven gebruikt werd, terwijl het thans 80,000 voet landwaarts in ligt. In spijt van de pogingen om de lagunen van Venetie voor eene volledige verzanding te behoeden, zal deze stad toch eenmaal het lot van Ravenna ondergaan. Commachio heeft zich daarvoor bewaard, door alle rivieren van zijne vischrijke lagunen af te leiden.

Wie denkt hier niet aan de pontynsche moerassen, die niets

anders dan eene delta zijn, welker oeverwal door geene rivier doorgebroken is.

Door de groote massaas grind en gerolde keijen, welke de Po door zijne talrijke alpenwateren ontvangt, heeft hij zijn bed zoo opgehoogd, dat hij langs zijn' geheelen loop op vele plaatsen moet bedijkt worden, en de vlakke landerijen aan zijnen oever veel lager liggen dan zijn waterspiegel en zelfs dan zijn bed. Men kan bewijzen, dat de delta van den Po sedert de 12de eeuw gevormd is geworden, en sedert zich jaarlijks omstreeks 100 voet naar de zee heen verlengd heeft.

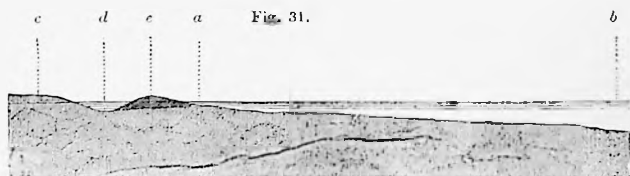
Eene afwijking van den eigenlijken oeverwal is de nering, welke zich als eene smalle landtong, die langs den oever loopt, voordoet, en door welke eene lagune of een haf van de zee afgescheiden wordt. De bekendste neringen zijn die van het kurische- en het friesche haf. Gewoonlijk ligt de opening, waardoor de zee en het haf met elkander in verbinding zijn, aan het eene einde der nering, zoo als ook in de beide genoemde voorbeelden. De neringen worden door de zee alleen gevormd, als het begin daarvoor door lange dammen van opgeworpen zeewier gegeven is, waarin zich het vloedzand vastzet. De Weichsel en de Memel, welke in de bovengenoemde haffen uitloopen, schijnen die slechts weinig te verzanden, misschien omdat die beide rivieren langen tijd door vlakten loopen en haar meeste slijk onder weg laten bezinken.

De neringen, die gewoonlijk niet door den vloed bereikt worden, en streng genomen slechts in zoo verre tot het onderwerp van dit boek behooren als zij slechts zelden vormingen zijn van den nieuweren tijd, worden, ten gevolge van haren onvruchtbaren zandgrond, meestal slechts door een' zeer armoedigen plantengroei bedekt. Echter vond ik op de Dehesa, eene nering welke het heerlijke meer Albufera de Valencia, aan de oostkust van Spanje, van de zee afscheidt, een' wel schaarschen maar toch prachtigen plantengroei, uit zulke planten bestaande, die in dat warme klimaat op zandgrond groeijen. Strandpijnboomen, *Pinus maritima* L. myrtestruiken, *Myrtus communis* L. de jeneverbesstruik, *Juniperus communis* L. met groote vruchten, manshooge planten van eene

prachtige nachtschade, *Solanum sodomaeum*, en vele anderen versierden den gloeijenden zandbodem. Het meer Albufera wordt gevoed door eenige bijstroomen van den Guadalaviar en van den Jucar, en door een groot kanaal, dat van den laatsten is afgeleid. Het is een zoetwatermeer en wordt door talrijke kanalen afgeleid naar de rijstvelden, die er ten westen en noorden om heen liggen.

Als schema voor al die vormingen, met welke de neringen nauw te zamen hangen, geven wij hier eene doorsnede van de kust van Texas (zie figuur 31), welke ons tevens doet zien, dat die vormingen overal ontstaan, waar het strand zeer vlak en met eene geringe helling als onder den zeespiegel wegschuift.

Fig. 31.



a. b. Zeespiegel. *c.* Kust der lagune. *d.* Lagune. *e.* Oeverwal. *f.* Bodem van de zee.

Is de nering meer een werk der zee alléén, de **banken** zijn louter vormingen van rivieren, die in de zee of in eene andere rivier inmonden. De bewegelijke massaas, die door den druk van het water op den bodem der rivier stroomafwaarts gevoerd worden, hoopen zich op aan de inmondingsplaats, waar de zee of de hoofdrivier eenen tegendruk uitoefent, tot dammen die niet zelden der scheepvaart, vooral bij lagen waterstand, zeer hinderlijk worden. Bij de vorming van zulke banken scheelt het veel onder welken hoek de inmonding plaats heeft. Hoe meer die tot den regten hoek nadert des te sterker moet de weêrstand zijn, voornamelijk van den kant der opnemende rivier tegen het invallen van de inmondende, terwijl hij des te geringer zijn moet hoe kleiner die hoek is, wijl dan de stroomrigtingen van beide wateren aan elkander vrij gelijk zijn. Die banken geven der regeringen, op welker schouders ook de zorg voor de rivierscheep-

vaart rust, dikwijls meer te doen dan haar lief is, en de klagten over de bijna jaarlijks toenemende moeijelijkheden der vaart op den Rijn, vinden haren grond vooral in de ophooging van zijn bed, op en een weinig beneden de inmondingsplaatsen van de grootere bijstroomen van die rivier. De Rhône, welke digt bij Lyon onder een' regten hoek in de Saône inmondt, voert zulk eene menigte grind mede, dat dit, gevoegd bij dat van de Saône zelve, in deze laatste rivier aan den regter oever eene bank dwars door haar heen ophoopt. Wij kunnen dit verklaren, wijl de Rhône een' sterker verval heeft, en uit de Alpen eene groote massa grind medeneemt. Het inloopen in den Rijn, bij Mentz, van schepen die den Main afzakken, wordt door eene groote bank zeer bemoeijelijkt.

Uit al die vormingen, welke het water uit slijk en gruis aan zijne oevers opstapelt, ontstaan dikwijls, zoo als wij reeds gezegd hebben, door afzetting van kalk tusschen die voortbrengsels, vaste dijken, daar zich de kalk, die in het water opgelost was, in vasten vorm afscheidt. Voor de nog nieuwe vorming van zulke soms zeer vaste gesteenten spreekt de omstandigheid, dat men daarin voorwerpen van menschelijke kunstvlijt van jonge dagteekening gevonden heeft.

De duinen zijn oorspronkelijk ook voortbrengselen van het water, daar het fijne zand, waaruit zij meestal bestaan, door hooge vloeden en brandingen op het strand geworpen is. Naderhand echter hebben zij verstrekt en verstrekken zij nog ten speelbal der winden, die haar steeds van gedaante doen veranderen.

Al vormen de duinen ook, ten gevolge van hare bestanddeelen, een strand dat volkomen onvruchtbaar is en allen plantengroei belet, zij strekken toch nog altijd tot eenen schutsmuur tegen de golven der zee voor de landen die achter haar liggen. Hoe het zand, dat zoo ligt te bewegen is, zoo iets doen kan, daarvan kan men zich in het klein gemakkelijk overtuigen. Een hoopje fijn zand of een pad op eene zandheide wordt terstond in eene vaste, innig verbondene massa veranderd, zoodra er een regen op valt, welke den weg, waarop men vroeger slechts met moeite kon voortgaan, in een oogwenk vast maakt. Die voordeelige eigenschap heeft het

zand aan de ondoordringbaarheid en onoplosbaarheid zijner korreltjes te danken. Zand, dat met water gedrenkt is, neemt zelfs eene kleinere ruimte in dan dezelfde massa voor dien tijd, droog zijnde, innam. De adhaesie van de afzonderlijke zandkorreltjes wordt dus niet slechts door het water verhoogd, maar zij schijnen ook tot elkander en tot eene meer innige aanraking onderling gebragt te worden. Natuurlijk wordt door het water, dat beter dan de lucht verbindt, de verschuifbaarheid der zandkorrels verminderd. Daardoor kunnen wij ook op den zandgrond eener rivier of van eenen vijver staan, zonder er diep in te zakken, wat, gelijk wij weten, op slijkigen grond niet het geval is.

Even schielijk als het water in het zand opdringt, verlaat het dit ook weder, gedeeltelijk door verdamping, gedeeltelijk, en wel nog meer, omdat het er snel doorheen zakt naar diepere lagen.

Die voor het behoud van de strandlijn zoo gunstige verhouding tusschen zand en water kan men duidelijk aan een vlak zandig zeestrand waarnemen, waar de golven rustig bij op- en weder afrollen, en waarbij men tot digt aan het water loopen kan. De oploopende golf bedekt wel tot aan den uitersten zoom van haren loop het zand van het strand, en verschuift daarbij een weinig de zandkorrels en de steentjes, die er op en doorheen verspreid liggen, doch bij haar terugvloeijen neemt zij slechts weinig zand mede naar zee, daar geenszins dezelfde watermassa, waarmede zij kwam aanrollen, langs denzelfden weg terugkeert, maar voor een gedeelte in het zand verzinkt, en eerst in de diepte naar de zee terugzijpelt. Het beschouwen van dat spel der golven met het zand van den oever hield mij eens langen tijd aan het strand op. De golf, die tot aan mijne voeten bij het vlakke strand opgerold was, keerde naauwelijks half als golf weder terug: het grootste gedeelte verzonk schuimend in het zand, dat door vorige golven reeds nat was gemaakt. Waarschijnlijk wordt door de opkomende golf de lucht uit de natte zandlaag gedreven, en het indringen der weggaande golf in het zand veroorzaakt dat sissen en schuimen hetwelk nooit ontbreekt, want altijd wordt in dat oogenblik het zand met luchtbellen bedekt.

De duinen worden op vele plaatsen oorzaak van eene bijzondere veenwording en werpen eenig licht op het ontstaan der bruinkolen en zelfs der steenkolen. Als achter een' duin, dat vasten voet verkregen heeft, een waterig land of het uiteinde van een riviertje ligt, dat het belet om in zee uit te stroomen, dan ontstaat er in het stilstaande water weldra een' rijken plantengroei van moeras- en waterplanten, die langzamerhand tot veenwording aanleiding geeft en eindelijk in een' waren veengroei overgaat. De veenlagen, die zich zoo vormen, worden nu en dan door de golven der zee, welke door den duindam breken, met zand overdekt, waarop, na herstelling van de duinen, die veengroei weder van nieuws af begint. Die derrie, martorf, zoo als hij in Denemarken geheeten wordt, is veel digter en zwaarder (viermaal zwaarder) dan andere turf, dikwijls duidelijk in lagen liggende, en laat zich aan kleine stukken naauwelijks van sommige bruinkolen onderscheiden. Als wij in dezen turf, als 't ware, een bruinkoolvorming van den tegenwoordigen tijd mogen zien, daar de boomstammen, die er tusschen beide in gevonden worden, even zoo plat gedrukt zijn als die der bruinkoollagen, dan zien wij daaruit dat eene geringe drukking genoeg is om plantaardige massaas, die door water verweekt zijn, zamen te persen, en daardoor hare omzetting in bruinkool voor te bereiden en aan te vangen.

De derrie voert ons tot de veenwording in het algemeen en na deze ook tot de beschouwing van de wijze waarop het water van het dierlijke leven weet gebruik te maken om nieuwe vormingen op de aarde voort te brengen, zoo groot, zoo oud en toch nog zoo onafgemaakt als geene andere zigtbare werken van het water zijn.

In de veenwording zien wij weder een verschijnsel, dat het tegenwoordige aan het verledene van de geschiedenis der aarde vastknoopt, en dus aantoont, dat de geologie geene afgeslotene wetenschap is. Hoe oud de veenlagen zijn, die, nog onaangeroerd en door de menschelijke nooddruft nog niet verbruikt, liggen in de vlakten en op de hooge plaatsen onzer bergen, die met bosschen zijn bedekt, is niet te bepalen: in elk geval zijn zij van zeer oude dagteekening, ofschoon hoogstens niet ouder dan het diluvium.

Door het onderzoeken van een veen ontwaren wij de twee volgende hoofdvoorwaarden: eene komvormige vlakte, die naar geen enkelen kant heen afvloeijen kan, en een' leemigen ondergrond, die geen water doorlaat. Beide hebben ten gevolge dat op zulk eene plaats het water, dat door regen, sneeuw, bronnen, enz. aangevoerd wordt, staan blijft. De eerste aankomelingen op zulk eene plaats zijn zoetwaterwieren, watermossen en eenige hoogere planten. Langzamerhand wordt er door haar afsterven en verrotten een grond voor andere moerasplanten gevormd, tot er ten laatste een digt kleed van moeras- en veenplanten ontstaat, welke door hare eigenschappen gebonden zijn aan de voorwaarden tot wasdom, die hier aanwezig zijn. Vele van deze planten komen dus bij uitsluiting op zulke plaatsen voor, en men kan ook, zonder den bodem te onderzoeken, uit de aanwezigheid van echte veenplanten op den veenachtigen aard van hare standplaats rekenen, zonder dat er daarom altijd eene belangrijke veenlaag aanwezig behoeft te zijn. Zulke veenplanten, *Plantae turfosae*, zijn de verschillende soorten van het geslacht veenmos, *Sphagnum*, de gemeene tofieldie, *Tofieldia palustris*, het wollegras, *Eriophorum*, de roode veenbes, *Oxycoccos palustris*, de wilde rosmarijn, *Ledum palustre*, eenige rietgrassen, *Carex*, het moerasvijfblad, *Comarum palustre*, de moeraskruisbloem, *Polygala uliginosa*, de kruipende wilg, *Salix repens*, eenige standelkruiden, *Orchis*, *Epipactis*, *Herminium*, het moeraszoutgras, *Triglochin palustre*, de zonnedaauw, *Drosera rotundifolia* en *longifolia*, de witte grasbies, *Rhynchospora alba*, de zwarte knopbies, *Schoenus nigricans*, eenige kleine biessoorten, *Scirpus*, het blaaskruid, *Pinguicula vulgaris*, de dopheide, *Erica tetralix*, het waterdrieblad, *Menyanthes trifoliata*, de klokjesgentiaan, *Gentiana pneumonanthe*, de waternavel, *Hydrocotile vulgaris*, het moerasviooltje, *Viola palustris*, enz.

Van boomen en heesters komen er op de veenen, behalve de genoemde wilgensoort, somtijds voor de dwergberk, *Betula nana*, de scheeve pijnboom, *Pinus obliqua*, en de gewone of blanke berk, *Betula alba*.

Tusschen die genoemde planten bevinden zich wel nog eene menigte anderen, doch die groeijen niet bij uitsluiting op veengrond. Behalve de eigenlijke veenmossen weven er zich nog andere mossoorten in het plantenkleed van een veen, zoodat dit zoo digt als vilt wordt, ja zelfs digter dan de graszode eener weide. In het midden van het veen is de wasdom der veenplanten steeds het sterkst en neemt naar de randen heen al meer en meer af, waardoor de oppervlakte van een veen meest altijd eenigzins gewelfd is.

De mossen, die op een veen wassen, vertoonen eene hoogst bijzondere groeiwijze, waardoor zij de veenvorming zeer bevorderen. Zulk een mosstengel is eene zonderlinge verbinding van den dood en het leven, want in dezelfde mate als hij naar boven onafgebroken voortgroeit, sterft hij van onderen af, zoodat wij aan hem van boven een krachtig leven waarnemen, en van onderen alle trappen van sterven tot aan een volkomen vergaan, zonder eenige grenslijn, zien. De stervende deelen worden eerst bruin, doch onder het mikroskoop kan men nog langen tijd het teedere celweefsel herkennen, tot eerst laat het geheele weefsel tot eene zwartbruine turfmassa vervalt. De overige veenplanten vergaan eveneens zeer langzaam, en alle jaren wast er op de lijken van de een- en tweejarige soorten een nieuw geslacht. Door dat verschijnen van nieuwe geslachten boven de afgestorvenen, en door het langzaam verrotten der laatsten wordt er in den letterlijken zin een aanwassen, een steeds hooger worden van het veen veroorzaakt. Men kent gevallen, dat men elkander uit twee aan de zijden van een veen tegenover elkander gelegen plaatsen, over het veen heen kon zien, en dat dit tegenwoordig niet meer mogelijk is.

De mossen zijn het vooral, die het water in de oppervlakte van het veen vasthouden, daar zij in den hoogsten graad hygroskopisch zijn, en buitendien de veenmossen, *Sphagnum*, in hunne celhuidjes holen tot opname van het water bezitten.

Die waterhoudende eigenschap der mossen, welke steeds de grondmassa van het dekkleed van een veen vormen, maakt het ons ook begrijpelijk waarom er uit het veen, dat altijd in het midden een

weinig opgehoogd is, zoo weinig water uit de randen vloeit. Een veen is, als 't ware, eene met water gevulde spons, die zonder drukking haar water niet loopen laat.

Als wij ons de bekende oplossende kracht van het water herinneren, dan moet het ons verwonderen dat in het veen, op de afgestorvene deelen der planten, het water eerder bewarend, of minstens de verrotting zeer tegenhoudend werkt. Dit verschijnsel vertoont zich ook aan voorwerpen, die toevallig in de zwarte diepte van het veen geraakt zijn, b. v. aan overblijfselen van dieren en zelfs aan lijken van menschen. Daartoe behoort zelfs een lang uitgestorven dier, het reuzenhert of eland, *Cervus megaceros*, dat in de iersche hooge veenen somtijds als een geheel geraamte gevonden wordt. Daar Caesar en Tacitus niet van een reusachtig hert in Brittanje melding maken, en de in dikke veenlagen gevondene menschenlijken — die naar hunne kleeding en te gelijken tijd gevondene booten, werktuigen en wapenen te oordeelen, misschien minstens duizend jaar daar gelegen hadden — niet verrot maar slechts in bruine mumien veranderd waren, zoo moet men van het reuzenhert, waarvan slechts het geraamte overgebleven is, gelooven, dat het veel langer dan die menschelijke overblijfsels in de veenen begraven ligt. Waarschijnlijk heeft het met den mammouth en den reuzen-neushoorn gelijktijdig geleefd. Die bewarende, rottingwerende kracht van het water is in de veenen dus niet onbegrensd. Het zijn vooral de bladzure (humuszure) verbindingen der veenen, welke die dierlijke zelfstandigheden gedurende een' zeer langen tijd voor geheel vergaan bewaren.

Als wij den loodregten muur eener veenlaag in eene turfstekerij bezien, dan vinden wij bovenaan alle plantendeelen wel bruin van kleur en zamengedrukt, maar in haar inwendig weefsel en dikwijls ook in hare uitwendige vormen nog goed bewaard, ten minste enkele gedeelten der planten. Hoe verder naar beneden, des te meer gaat het veen over tot eene papachtige, ten laatste bijna geheel zwarte massa, in welke men hare plantaardige natuur niet meer herkennen kan. Dikwijls vindt men, vele voeten beneden de oppervlakte, worteleinden van boomen, die op bruinkool gelijken

maar overigens nog goed bewaard zijn, waarvan in vroegere eeuwen de stammen afgeslagen en die sedert langzamerhand door het veen overgewassen geworden zijn.

Somtijds is het onderste gedeelte van een veen zoo rijk aan water, dat het eene dun vloeibare brij is, terwijl de bovenste korst vast en digt is en de beweiding met kudden vee veroorlooft. Stoot men met eene lange staaf door het vaste dek van zulk een veen, dan verzinkt die eindelijk in de vloeibare massa, en uit het gat komt een zwart, waterig slijk, somtijds zelfs in eenen straal, te voorschijn.

In eenige veenen heeft men somtijds boomstammen regt op den ondergrond staande gevonden, welke dus op die plaats gegroeid moeten zijn, en die eerst afstierven, toen zij door het steeds hooger en hooger wordende veen eindelijk begraven werden.

Door het voortwassen van het veen aan zijne oppervlakte wordt de drukking op de lager liggende lagen steeds grooter, en daardoor worden zij al meer en meer inéén geperst. Onttrekt men daarbij aan het veen het water, door aan de laagst liggende plaats van zijnen rand diepe greppels te graven, of, als de plaatselijke gesteldheid zoo iets niet toelaat, door op de meest gezakte plaats een loodregt gat te boren, dat door de onderliggende kleilaag heen gaat, dan kan men daardoor de deugdzaamheid van het veen belangrijk vermeerderen, omdat het geheele gewigt der massa het water uit de onderste lagen perst en die te zamen drukt. Dat droogleggen der veenen is evenwel niet mogelijk als zij, wat ook voorkomt, in plaats van op klei- op steengrond liggen.

De veenwording is voornamelijk aan de koude en gematigde zonen eigen, ofschoon niet bij uitsluiting, daar men in den laatsten tijd ook in warmere landen veenen gevonden heeft.

De onderscheiding van den turf naar zijne meerdere of mindere vloeibaarheid of vastheid, in baggerturf en steekturf, is bekend, en eveneens dat men hem ook naar de soort van veen waaruit hij afkomstig is, uit hooge veenen lange turf, en uit lage veenen korte of sponturf, ook mosturf en moerasturf noemt.

Onwillekeurig denken wij bij de beschouwing der veenen aan de bruinkolen en zelfs aan de steenkolen, en wij krijgen zoo aanleiding om de vraag te doen, of er uit den turf, door verloop van tijd ten minste, bruinkool kan worden, en of niet de bruinkool- en steenkoollagen voorheen ook veenlagen kunnen geweest zijn.

Men kan hierop antwoorden, dat er tusschen de hardste steenkool, de anthraciet, en den nieuw gevormden turf in allen gevalle eene reeks van aaneengeschakelde overgangstrappen ligt, en dat die beide vormingen slechts de beide eindpunten van eene en dezelfde reeks van voortbrengselen zijn. Zonder twijfel kan men verder aannemen, dat de steenkoollagen oorspronkelijk in den toestand van veen moeten geweest zijn, waaruit zij door onttrekking van water, vermeerderde drukking, verwarming en toevoer van eene oplossing van zwavelijzer, tot dien van de vaste en digte steenkolen overgingen. Als onze veenen ergens geheel uit boomstammen bestonden, wat niet het geval schijnt te zijn, dan was het mogelijk dat zij, op gelijke wijze als wij dit vroeger bij de derrie zagen, tot bruinkolen overgingen.

Hoe het ook zij, de gedachte aan zulk eene gedaanteverandering is hier volkomen op hare plaats, als wij zien dat de steenkool- en bruinkoollagen, beiden zoo hoogst belangrijk voor onze zoo krachtig bloeijende industrie, een werk van het water zijn.

Nog ziet de industrie tamelijk onverschillig, ja bijna met minachting, op den turf neder. Doch weldra misschien zal het gebrek aan hout met aandrang tot de vergraving der veenen noodzaken. De reeds bestaande machines tot persen en gelijktijdig droogen van turven zullen misschien weldra, in de eenzame dalen van de boschbergen, als stoommachines hare rookwimpels laten fladderen, en zoo aan het bovenmatig, gewetenloos uitgeputte bosch niet slechts verademing schenken, maar ook in de vlakke, uitgeveende veenbeddingen nieuwe gronden tot uitbreiding.

Gelijk het water bij de veenwording slechts het middel is tot nieuwe vormingen en tot kleine aanwinsten voor de vaste aardkorst, waartoe het de planten te hulp roept, zoo levert het ook nog veel grootere werken in vereeniging met het dierenrijk. Wat het in

die vereeniging op verborgene plaatsen gevormd heeft, dat heft naderhand de vulkaan op zijnen breeden rug uit de duisternis in het licht der zon op. Wij bedoelen de koraalriffen.

De wijde waterwoestijn onder den aequator, en ten zuiden van hem de groote oceaan, zou den zeeman misschien slechts weinige rustplaatsen, en het menschdom geene woonplaatsen gegund hebben, als niet sedert milliocnen eeuwen mikroskopisch kleine wezens, over welker aard niet langen tijd geleden nog een groot verschil van gevoelen heerschte, op den grond der zee bezig geweest waren om voor den mensch die woonplaatsen te grondvesten. Geene kroonlijst van een paleis is door den beeldhouwer in zulk een' edelen stijl gebeiteld, zoo sierlijk gesneden, noch zoo zuiver gegroefd als die koraalriffen zijn, welke in vele duizendtallen van den diepen bodem der zee tot eenige voeten boven den waterspiegel oprijzen.

Het stemt volkomen met de wonderpaleizen dier onbegrijpelijke, kleine wezens overeen, dat ook zij zelven van eene zóó raadselachtige en zonderlinge natuur zijn, dat men hen langen tijd meer voor planten dan voor dieren, ja zelfs voor bezielde steenvormen hield; in die verlegenheid hakte men den knoop eenvoudig door, en schoof hen onder den naam van dierplanten, zoophyten, en weldra onder den in allen gevalle iets meer gepasten naam van plantdieren, phytozoën, als een neutraal volkje tusschen de dieren en planten in. Toen, in het jaar 1723, Peyssonnel, een geneesheer te Marseille, de dierlijke natuur van de koraalpolypen ontdekt had, hield de beroemde Réaumur dit voor zoo ongeloofelijk, dat hij, om den misleiden ontdekker te sparen, verpligt meende te zijn diens naam te verzwijgen bij het verslag, dat hij in het jaar 1727 aan de fransche academie over die ontdekking deed. Eerst vele jaren later, toen Trembley en Bernard de Jussieu de waarnemingen van Peyssonnel bevestigd hadden, werd de naam des ontdekkers bekend. Thans is er niets raadselachtigs meer in het leven dezer diertjes, die echter door hunne vormen, door hunne wijze van voortplanting en door hunne bouwwerken, die eilanden genaamd worden, wonderlijk tusschen het planten- en

delfstoffenrijk schijnen te zweven. Hunne gelijkheid met vele druipsteengedaanten en hunne hardheid deed de koralen lang den naam behouden van lithophyten, lithodendren, steenplanten, steenboomen, en de ouden geloofden, dat de koralen in de zee zacht en week waren, en eerst in de lucht zoo hard als een steen werden. Tot die thans onbegrijpelijke dwaling verleidde hen misschien de gelijkheid van vele wieren aan koralen, welke eersten in de zee week en riemachtig (*vimen* zoo als Ovidius zegt) zijn, en door droogen hard en stijf worden.

Op die dwaling volgde toen, tot omstreeks het midden der vorige eeuw, die andere, welke de koralen voor planten aanzag.

Het woord polyp heeft de oude beteekenis, waarmede het bij eenige oude schrijvers voorkomt, ten deele verloren, en wordt in de beschrijvende natuurkunde nu nog slechts gebruikt tot aanduiding van de sierlijke, onschuldige diertjes, die wij hier behandelen. De polypen der zee, waarvoor wij door bakerssprookjes en het lezen van slechte boeken als kinderen bang waren, hebben dien naam moeten verruilen voor dien van sepia of inktvisch, en daardoor ook hunne vreesselijkheid verloren. In de leer van de ziekelijke vormingen in het levende ligchaam heeft het woord polyp nog zijne oude beteekenis behouden.

De letterlijke beteekenis van het woord veelvoet laat zich in het toepassen op die koraalvormers slechts daardoor regtvaardigen, dat men de vangarmen of vangdraden, die een' stralenden krans rondom de mondopening vormen, voeten noemde, waarvoor zij het dier echter nooit dienden, en van welke er zelden meer dan 6 tot 12 aanwezig zijn.

Hoe groot de koralen ook worden mogen, die wij onder den wetenschappelijken naam van polypenboomen of polypenstokken kennen, zoo wordt toch het daaruit zigtbaar te voorschijn komende gedeelte van een' enkelen polyp zelden meer dan omstreeks eene lijn lang. Dit raadsel lost zich gemakkelijk op als wij slechts aan de overeenkomst van een' levenden polypenboom met eenen boom denken. Beide wassen in zekeren zin tot in het oneindige voort; beide zijn echter geene afzonderlijke individuen, gelijk de

andere dieren en eenige weinige planten. Wanneer kan men van eenen boom zeggen, dat hij zijn' volkomen wasdom bereikt heeft? Hoe vele takken, bladeren en bloemen zijn daartoe noodig? Van een insekt, een schaaldier, een' visch, een' vogel, een zoogdier kunnen wij bepaald zeggen wanneer het dier, om het zoo uit te drukken, klaar is. Dan kunnen wij hem geene enkele ledemaat ontnemen zonder hem te verminken, zonder zijn afgemaakt ligchaamsgebouw te verstoren; maar wij kunnen hem dan, in onze gedachten, ook geenszins nog een echt ligchaamsdeel toevoegen, geen vogel een' derden vleugel, geen zoogdier een vijfde been. Zij zijn individuen, dat is: ondeelbare, op zich zelf als afgeslotene wezens bestaande enkelwezens. Eenen eik kunnen wij gevoegelijk een' tak afzagen, een' anderen kunnen wij ons, in plaats van met 10, zeer wel met 12 groote takken voorstellen, zonder dat daarom een van beiden ophoudt een betrekkelijk volmaakte eikenboom te zijn. Nog meer, wij kennen de eigenschap van oude wilgenboomen, die uit stekken gekweekt zijn, om ten laatste altijd, tot op eene dunne houtlaag onder den bast, al hun hout te verliezen, zoodat zij er eindelijk dikwijls als schilderhuisjes uitzien. Wij kunnen zulke holle wilgen, van de ruwe, knoestige kroon tot aan den wortel, in twee of drie lange strooken splijten, de stukken weder afzonderlijk planten, en zeker zal elk stuk op zich zelf blijven voortleven. Waar blijft hier het denkbeeld van individu? Kunnen wij zoo iets met een der genoemde dieren doen? Neen! Een boom is geen enkelwezen, gelijk een dier. Hij is eene verzameling van wezens, eene vereeniging van vele enkelwezens tot een zamengesteld wezen. Die enkelwezens van den boom vindt men òf in de knoppen (oogen), òf in de loten, die zich telken jare ontwikkelen. Met beide schijnt het mij niet regt duidelijk. Als het de knoppen zijn, dan zijn het individuen zonder leven, en zij houden dus op individuen te zijn, zoodra als er zich in hen leven begint te ontwikkelen, en zij de loten uit zich doen ontstaan. Als het de loten zijn, dan zijn het individuen, die niets wezenlijks op den gezamenlijken boom vooruit hebben. Nevens deze opvattingen moeten wij ook niet de volgende vergeten, namelijk: dat de bladeren

en de bloemen twee reeksen van individuen aan eenen boom zijn, waarvan de eersten zich in zekere mate door de knoppen voortplanten, welke, ten minste de echte knoppen, steeds in de oksels der bladeren ontspringen, terwijl de bloemen niet slechts zich zelven maar ook de geheele verzameling van wezens door zaad voortplanten. De bladeren vormen het voedende sap, waardoor de geheele boom wast, en zoo doende vergrooten zij jaarlijks de woonruimte in het gemeenebest dat men boom noemt; de bloemen daarentegen grondvesten, daar zij het zaad rijp maken en uitstrooijen, nieuwe, zelfstandige koloniën.

Doch er is aan zulke vergelijkingen tusschen het dieren- en plantenrijk geen groote wetenschappelijke waarde te hechten, wijl in beide rijken de natuur op een al te veel verschillend standpunt staat, en wij zoodoende de fout begaan zouden om dingen, die niet vergeleken kunnen worden, met elkander te willen vergelijken.

En toch wagen wij het met onze vergelijking tusschen eenen boom en eenen polypenboom voort te gaan, want de enkele polypen verhouden zich tot hunnen polypenstok zeer gelijk aan de bladeren tot hunnen algemeenen stam. Alle bladeren, die eens op een' honderdjarigen tronk geprijkt hebben, namen deel aan de vorming van wortel en stam, en eveneens is een polypenstok van vele centenaars zwaar; in eene lange reeks van jaren door vele generatiën van polypen gebouwd geworden, welke zich, aan boombladeren gelijk, uit beginselen als knoppen, op de jongste deelen van den stok ontwikkelden. Alle kalk, waaruit de koraalpolypen bestaan, is uit het opgenomen voedsel afgescheiden in de teedere kanaaltjes van het ligchaam van het dier, en zoo regelmatig afgezet geworden, dat daardoor een polypenstok ontstond, die ons treft door zijne sierlijke en regelmatige gedaante. De vorming der koralen berust dus op een waar organisch levensproces, en is geenszins een bezinksel, dat zich naar bepaalde wetten vormt, b. v. van kalk die uit het zeewater afgescheiden is, op de wijze als de stalaktiten zich uit zoet water vormen. De koraalvorming is het best te vergelijken bij de vorming der beenderen in ons

ligchaam. Nevens de gelijkheid tusschen eenen boomstam en een' polypenstok is toch het onderscheid tusschen beiden niet te vergeten, namelijk dat de duizenden polypen, die gezamelijk een koraalgewas bevolken en opbouwen, door een gemeenschappelijk gewaarwordingsvermogen tot één ligchaam verbonden zijn, wat niet bij den boom bestaat, want eene kwetsing of beleediging der polypen van een klein gedeelte van den stok, maakt dat terstond alle polypen van den geheelen stok zich in hunne kleine huisjes terugtrekken [1].

Gelijk de planten op den aardbol over verschillende hoogte- en breedtegraden verspreid zijn, zoodat wij laagte-, berg- en alpenplanten, planten der poolstreken, der gematigde zonen en van den tropischen gordel onderscheiden, zoo is het ook met de koraalpolypen. In de zeeën der koudere zonen leven slechts weinige soorten, in de verschillende zeeën tusschen en in de nabijheid der keerkringen bevinden zich de meesten, en ook eenige soorten, die zeer weinig elders verspreid zijn.

Slechts weinige polypen leven in zoet water. In onze groote rivieren, b. v. in de Elbe, en ook in vijvers, komt een zoetwaterpolyp, de *Halcyonella stagnorum*, voor, welke uit hoekige pijpjes van eene perkamentachtige stof, soms klompen zoo groot als een vuist bouwt, die aan de wortels en stengels, welke in het water hangen, vastzitten of de buitenzijde van de schelp van zoetwatermosselen, als een op mos gelijkend netwerk overdekken. In een glas met water kan men den buitengemeen sierlijken arbeid dezer polypen gemakkelijk gadeslaan, hoe zij alle te gelijk hun' teederen vederbos van vang- of voeldraden uitstrekken, of dien bij de ligtste schudding van het glas in een oogwenk in hunne pijpjes terugtrekken.

De verspreiding van die soorten, welke kalkachtige huizen bouwen, is vrij begrensd, daar zij met weinige uitzonderingen tot den gordel

---

[1] Die van de organisatie en de levensverrigtingen der koraalpolypen meer wil weten, verwijs ik naar Harting's *De magt van het kleine*, enz., een voortreffelijk werk, dat ook in het hoogduitsch vertaald is.

tusschen de keerkringen beperkt zijn, waar de gemiddelde warmte van het zeewater aan de oppervlakte 22° tot 24° R. bedraagt. Hier heeft de rifvorming het meest plaats, en neemt, naarmate zij de randen van dezen gordel nadert, meer en meer af. Doch ook hier bewaart de golfstroom zijne verwarmende kracht, daar hij door zijn warm water de rifvorming, bij uitzondering, zeer bevordert bij de Bermuda-eilanden, die op 32° N. B. liggen.

Van de 306 soorten van polypen, die men uit de Indische en uit de Zuidzee kent, behooren 117 soorten bij uitsluiting tot de eerste, en 162 soorten tot de laatste; en ofschoon deze inéénloopen, zijn er slechts 27 soorten aan beide zeeën eigen.

Van eene grootere belangrijkheid echter voor het doel, waarmede wij de beschouwing dezer dieren in dit hoofdstuk opgenomen hebben, zijn de verschillende diepten waarop de koraalpolypen op den grond der zee leven en bouwen kunnen. Op de grootste diepten, die men met zekerheid gepeild heeft, bevinden zich, behalve mikroskopische voorwerpen, geene dieren en planten en dus ook geene polypen. De meeste soorten komen op eene diepte van hoogstens 120 tot 150 voet voor, en slechts weinige bevinden zich op de aanzienlijke diepte van 1620 voet. Als wij dus koraalriffen en groote eilanden, die uit koraal opgebouwd zijn, zien, dan moeten wij, ten gevolge van die levenswet der polypen, gelooven dat de zee rondom die eilanden niet dieper dan 120 of hoogstens 150 voet zijn kan. En toch is het zoo niet.

Vóór dat wij naar de theorie van DARWIN het raadsel oplossen, dat er toch uit veel grootere diepten koraalriffen opstijgen, werpen wij nog eerst eenen blik op de verhouding van de bouwende polypen tot hunnen stok, en tot het rif waartoe deze behoort. Een afzonderlijke polypenstok, oorspronkelijk van een' enkelen polyp afstammende, b. v. een tot 10 voet hooge halve kogel van een doolhofkoraal, *Maeandrina*, welks geheele oppervlakte door vele duizenden van polypen verlevendigd wordt, is geenszins geheel tot in zijn binnenste vol levende polypen. Slechts zijne buitenste laag is levend, daar de bouwende polypen zich slechts op de oppervlakte bevinden, en die welke vóór hen gebouwd hebben, ge-

storven zijn. Zoo bouwt dus het eene geslacht op de werken van het voorgaande voort, gelijk wij dit ook vroeger gezien hebben bij de planten die een veen vormen. Dat sterven ontstaat (of is er ten minste altijd mede vergezeld), door dat de kanaaltjes, die reeds vooraf zoo uiterst klein waren, ten laatste door den kalk, dien zij afscheiden, zich zelve als volstoppen en zoo afsluiten.

Dit belet echter niet dat vele polypenstokken toch inwendig dikwijls zeer regelmatige holen hebben. Zij hangen van bepaalde vormingswetten af, daar de opwassende polypen nevens en boven elkander op denzelfden stok ontstaan.

Als wij den bodem der zee als vast en onveranderlijk van profiel stellen, zoo als men zich wel eens verbeeldt dat hij is, dan moet een polypenstok of eene groep koralen, die op eene diepte van 150 voet begonnen is, slechts zoo lang kunnen voortbouwen tot de zeespiegel bereikt is, daar de polypen slechts onder water kunnen leven. Als wij nu zulke, door polypen opgebouwde koraalriffen tot in veel grootere diepten zien dalen, en ook honderde voeten boven het water zien oprijzen, dan worden wij gedwongen om aan die ongestoorde gelijkheid van den bodem der zee te twijfelen, of naar eene oorzaak om te zien, welke in staat is om de wet te vernietigen, welke het leven van de polypen aan eene bepaalde diepte der zee bindt.

Zulk eene oorzaak vinden wij niet; maar wij bevinden, wat wij veel minder verwacht hadden, dat ons geloof aan de onveranderlijkheid van den bodem der zee valsch is, want wij zien de oplossing van dat raadsel in het vulkanismus, met welken naam von Humboldt het uitwerksel der reactie van het inwendige onzer planeet op de korst en de oppervlakte der aarde bedoelt. Kleine diertjes staan met het vulkanismus en het neptunismus in bondgenootschap om reusachtige bouwwerken, woonplaatsen voor menschen, te grondvesten, en dus met die grondkrachten der aardvorming in verband, volgens welke zich langen tijd de geologie in eene vulkanistische en neptunistische onderscheidde.

Alle zeevaarders stemmen in hunne verhalen overeen, omtrent de onbeschrijfelijke pracht der vormen en kleuren van een koraalrif, zoo

als het zich, bij stil water, eenige vademen diep onder het kristalheldere zeewater uitbreidt. Over de verschansing van het schip leunende, meenen zij op eenen feeëntuin neder te zien, over welks bloembedden bontkleurige visschen als vogels en vlinders heen zweven. In bewondering verzonken ontvalt de roeiriem aan de hand van dengene, die, in een bootje zittende, dit schouwspel geniet, waardoor de riem even de zee rimpelt, en in een oogwenk al dat tooverwerk verdwenen is. Hij ziet millioenen van grijs en graauw geverfde brokken, takken en knobbels den grond der zee bedekken, en als de vrees voor het stranden zijne borst beknelt, dan ziet hij niet meer den bonten bloemtuin, maar het naakte koraalrif, op hetwelk reeds eenmaal de kiel van zijn schip aan stukken stiet. De riemslag had al die millioenen polypen, de dragers van die kleurenpracht, de bloemen van die nu op eenmaal van loof beroofde steenen gewassen, plotseling in hunne kleine schuilplaatsen teruggejaagd. En toch verkiezen die teedere wezens zich in de branding der zee te vestigen, en vermijden zij de kalme bogten van een' vooruitspringenden rotsoever even zoo zeker als zij het zoete water, voor hen een doodelijk vergif, vlieden, zoodat het inmonden van eene rivier altijd de keten van een strandrif verbreekt.

Den naam strandrif geeft men aan zulke riffen, welke aan de kust van een eiland of van een vastland zóó aangebouwd zijn, dat er tusschen den oever en het rif geene van koralen vrije streek overblijft. Figuur 32 [1] doet ons dit zien aan eene loodregte doorsnede van het eiland Vanikoro, een vulkanisch eiland in den St. Cruz-archipel, ten noordoosten van Nieuw-Holland. Het stijgt

Fig. 32.



Loodregte doorsnede van het eiland Vanikoro; *a b* zeespiegel, *r r* strandrif, *c* schaal van 1200 voet diepte.

[1] Op deze en de drie volgende figuren is het rif *geruit* voorgesteld. Dit diene hier tevens tot eene aanwijzing, dat de oppervlakte van het rif ten tijde van den vloed meestal onder water geraakt.

met een' 3032 voet hoogen piek boven den waterspiegel, de lijn *a b*, op. Aan beide zijden van de doorsnede zien wij het strandrif *r r*, dat wij, volgens de kleine lijn *e*, die eene diepte van 1200 voet aangeeft, op omstreeks 3000 voet dikte mogen schatten.

Fig. 33.

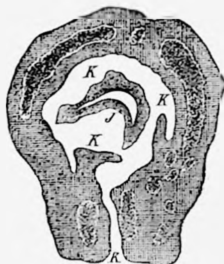


Eiland Nieuw Caledonie, *r r r r* Riffen.

Het 325 □ mijlen groote eiland Nieuw Caledonie (figuur 33) geeft ons een voorbeeld van een rif, dat de kust als met eenen wal beschermt, *r r r*. Aan de eene lange kust is het eiland door eenen 14 mijlen langen r i f d a m of r i f w a l omgeven, die den onheilspellenden naam draagt van *banc du naufrage*, terwijl de andere lange kust slechts een klein strandrif heeft, en er zich aan beide punten van het eiland nog eenige kleine riffen als eilandjes vertoonen. Het lange rif is slechts in zijn middenste gedeelte strandrif, terwijl het zich ter weêrszijde van die plaats van de kust verwijdert en er tusschen deze en het rif een kanaal open blijft. Nieuw Caledonie vormt dus een' overgang tot eene tweede klasse van riffen.

Dit zijn de k a n a a l r i f f e n. Dikwijls omringen zulke kanaalriffen een eiland als een gesloten, slechts op eene of meer plaatsen open ring, die door een ringvormig kanaal van het eiland zelve gescheiden is. Het rif en het kanaal staan dus in dezelfde betrekking tot het eiland als de vestingwal en de gracht tot eene vesting. Als voorbeeld hiervan diene ons het eiland Maurua (zie figuur 34), tot den archipel der Gezelschapseilanden behoorende. Het kanaal, *k k k*, omgeeft het halfmaanvormige eiland. Het rif, dat het kanaal omringt, heeft zich bijzonder krachtig aan den eenen kant ontwikkeld, en sluit daar een lang verbindingskanaal in.

Fig. 34.

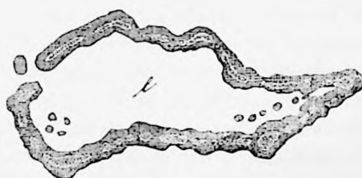


Eiland Maurua.
K K K Kanaal; J Eiland.

De meeste riffen zijn gewoonlijk aan hunne oppervlakte in twee afwisselende toestanden, vooreerst een waarbij het door den vloed onder water geraakt, en ten anderen een waarbij het steeds vrij van water blijft, ofschoon evenwel slechts weinig boven den waterspiegel uitstekende. Daardoor is het rif, dat het eiland Maurua en andere dergelijke eilanden omgeeft, nu eens een zamenhangende wal, dan weder lost zich deze in afzonderlijke, lage eilandjes op: van zulke onderscheiden wij hier 11, deels kleine ronde, deels grootere langwerpige. Dit kanaal heeft steeds rustig water, en daarom bouwen de polypen minder in dat kanaal dan aan de buitenzijde van het rif in de branding. In sommige gevallen worden echter zulke kanalen, die gewoonlijk eene onbeduidende diepte hebben, spoedig door de koralen gevuld.

Eene derde klasse der koraalriffen is het lagunenrif of het atol. Een atol onderscheidt zich van een kanaalrif daardoor, dat het niet een eiland maar eene lagune, een stuk van de oppervlakte der zee, kringvormig omringt. Figuur 35 toont ons het atol Heyou in de Zuidzee, dat eene onregelmatige gedaante heeft.

Fig. 35.



Atol Heyou.

De lagune *l* is ten tijde der eb door een' onregelmatigen, meer dan een uur breeden wal van droog land, de oppervlakte van het koraalrif, omgeven, en heeft dan slechts eene enkele opene plaats tot toegang van de zee. Bij vloed daarentegen verdwijnt ook hier

een groot gedeelte van den wal onder den waterspiegel, en er blijven daarvan slechts eenige grootere en kleinere eilanden over. Dat gedeelte, hetwelk door zulk een' kringvormigen wal van de zee afgesloten wordt, heeft soms eene aanzienlijke oppervlakte, die zelfs in enkele gevallen eene lengte van 80 eng. mijlen heeft. Bij zulke groote atollen is toch de wal ook gedurende de eb niet onafgebroken, maar bestaat uit steeds gescheidene rifbanken, die of weder atollen, of kanaalriffen zijn. Langen tijd heeft het de scherpzinnigheid der natuuronderzoekers vermoeid om de aanleiding tot die ringvormige lagunenriffen te verklaren. Men dacht eerst aan groote onderzeesche kraters, op welker kringvormige randen de koraalriffen gevestigd en zoo tot den waterspiegel opgebouwd waren. In betrekking tot die reusachtige grootte zou de krater van den grootsten bekenden vulkaan, van den Kirauea op het eiland Hawai, die ongeveer eene doorsnede van twee mijlen heeft, slechts een onbeduidend gat zijn, en ten gevolge van dat onnatuurlijke kontrast heeft men die kraterverklaring opgegeven. Dat zelfde moest ook met eene andere wijze van verklaren geschieden, die nog veel minder waarschijnlijk is. Men geloofde namelijk, dat het instinkt de koraalpolypen aandreef om zich gezamenlijk in eenen kring te vestigen. Er behoort een sterk geloof toe om aan te nemen, dat een polyp bij de keuze van zijne woonplaats weet, en daarop zijn besluit neemt, wat 80 mijlen van hem verwijderd andere polypen gedaan hebben. Wij moeten bij het opsporen van de ware verklaring der atolvorming niet vergeten, dat de regelmatige kringvorm eene bijzaak is, en dat de meest verschillende, onregelmatige vormen even zoo dikwijls voorkomen, waarvan ik in het atol Heyou met opzet een voorbeeld gekozen heb. De hoofdzaak is eerder deze, dat grootere of kleinere gedeelten van den zeespiegel in de meest verschillende lijnen door riffen omsloten worden. Een opmerkzame blik op eene kaart van Europa, waarop de bergen naauwkeurig aangeduid zijn, kan ons tot het begrijpen van dit verschijnsel van dienst zijn. Uit de toppen der gebergten, die geheel Italie, Sicilie, Sardinie en Korsika doorloopen, laat zich een atol zamenstellen, dat in eene tamelijk

regelmatige, eironde lijn, die slechts tusschen Sicilie en Sardinie afgebroken is, die toppen der gemelde bergruggen vereenigt. Op de schoone kaart van Zwitserland, van LEUTHOLD, bevinden zich vele berggroepen, die, lagen zij onder de oppervlakte der zee, tot lagunenriffen aanleiding zouden geven. Het is niet te betwijfelen, dat de loop der bergruggen van den zeegrond bij de atolvorming in aanmerking moet komen.

Het is hoogst moeijelijk uit te maken of ook slechts te gissen, of bij de verheffing der tegenwoordige vastelanden de bodem der zee eenvoudig niet mede opgeheven, dan wel of hij ten zelfden tijd gezonken is. In elk geval staat niets het vermoeden in den weg, dat er ook op den bodem der zee, die wel $^{2}/_{3}$ der oppervlakte van de aarde inneemt, belangrijke vulkanische aardophelfingen hebben plaats gehad, die even zoo goed uit meer of min kringvormige als uit anders gevormde spleten kunnen opgerezen zijn.

Misschien mag men nog eene andere gissing opperen. Wij hebben in het derde hoofdstuk gezien, dat er in den oceaan niet slechts oppervlakkige maar ook diepe stroomen aanwezig zijn, even zoo hebben wij straks gezien, dat de koraalpolypen zich liever in bewogen dan in stilstaand water vestigen. Wij weten, dat de kruinen onzer bergen een' grooten invloed op de luchtstroomen en dus op de beweging der luchtzee hebben. Zouden de onderzeesche gebergten niet eenen dergelijken invloed op de rigting van de zeestroomen kunnen uitoefenen, en zullen zij niet dikwijls kringstroomen zijn, en, daardoor aanleiding tot kringvormige riffen geven, daar de polypen het liefst in bewogen water bouwen? Waarschijnlijk ontbreekt het daar beneden ook niet aan die groote beweegkracht, welke wij in de warmte hebben leeren kennen. Juist in dien zeegordel waar de meeste atollen zich bevinden, zijn de eilanden van vulkanischen oorsprong, en daar bevinden zich ook de meeste en grootste vulkanen. Onderzeesche aardbevingen en uitbarstingen van vulkanen — wij herinneren ons die van Julij 1831, welke aan de oostkust van Sicilie het weldra weder verdwenen lava-eiland Ferdinandea uit den vloed ophief — zijn bovendien de bestendige medgezellen van werkzame eilandvulkanen,

en daarom kan het den bodem van die zeeën aan warme en dus aan beweging verwekkende vulkanische uitwasemingen geenszins ontbreken.

Reeds boven hebben wij het vulkanismus als een bondgenoot der koraalpolypen bij de rifvorming aangekondigd: wij moeten nu zien hoe het zich daarbij gedraagt. Het is hier de plaats niet uitvoerig daarover te handelen, en wij moeten ons dus bepalen tot de eenvoudige vermelding van het feit dat vele landen, dikwijls ver van elken werkenden vulkaan verwijderd, toch voortdurend rijzen of dalen, waarbij de kustlijn als maatstaf dient. In Europa is dit b. v. met Scandinavie en Denemarken het geval, in de nieuwe wereld met de geheele westkust van Zuid-Amerika, waar dat verschijnsel zonder twijfel met de vele vulkanen der Andesketen in verband staat.

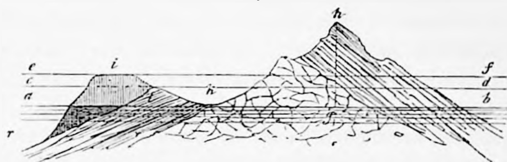
Zulke rijzingen en dalingen noemt men seculaire, wijl men hare gevolgen niet dagelijks bespeuren kan, en zij misschien eerst na langen tijd, misschien na eeuwen, merkbaar worden.

In de seculaire dalingen van de onderzeesche bergkruinen, waarop zich koralen gevestigd hadden, vinden wij nu eene voldoende verklaring van de groote diepte, die vele riffen bereiken. De onderste, en dus de eerst gebouwde koraalmassaas daarvan, zijn niet op de diepte gebouwd, waarin zij zich nu bevinden, maar toen zij nog hooger lagen, zoo als hunne natuur dat vorderde, gelijk wij weten. Zulke koraaleilanden, die aan eene seculaire daling onderhevig zijn, moeten zoo lang onafgebroken voortgroeijen als de daling aanhoudt, want daardoor wordt belet, dat de polypen ooit den waterspiegel bereiken, en zoo houden daling en koralenbouw misschien bijna een' gelijken tred. Daarentegen moeten riffen, die op een' vasten zeebodem gebouwd zijn, het einde van hun werk zien, zoodra zij den zeespiegel bereikt hebben.

De seculaire rijzingen moeten van haren kant de voltooijing van een rif bespoedigen, dewijl daardoor de oppervlakte van een rif sneller naar den waterspiegel opgeheven wordt dan zij door het bouwen alleen kon doen. En eindelijk wordt door het vulkanismus het rif nog boven het water uitgeschoven.

Het is gemakkelijk na te gaan, dat door die rijzingen en dalingen de drie verschillende klassen van riffen in elkander overgaan of veranderen kunnen. De volgende figuur, welke de loodregte doorsnede van een eiland voorstelt, zal ons zulk een geval duidelijk maken.

Fig. 36.



Verandering van een strandrif in een kanaalrif.

Het eiland rijst in de loodregte hoogte *g h* boven den waterspiegel *a b* uit, en heeft ter linkerzijde het strandrif *r*. Landwaarts daarvan heeft het eiland, achter eene verhooging der kust *i*, een diep dal *k*. Wij stellen, dat het eiland aan eene seculaire daling onderworpen is, en dus is de tegenwoordige verhouding zijner hoogte tot den zeespiegel, *g h* : *a b*, slechts eene voorbijgaande. De daling moet die verhouding veranderen. Is het eiland zoo ver gezonken, dat de zeespiegel nu voor hem *c d* is, dan moet intusschen ook het rif tot aan den kruin der kusthoogte *i* opgebouwd geworden zijn. Van dat oogenblik moet het zeewater in het dal *k* indringen, daardoor zal er een kanaal ontstaan, en gevolgelijk het oorspronkelijke strandrif *r* in het kanaalrif *i* veranderd worden.

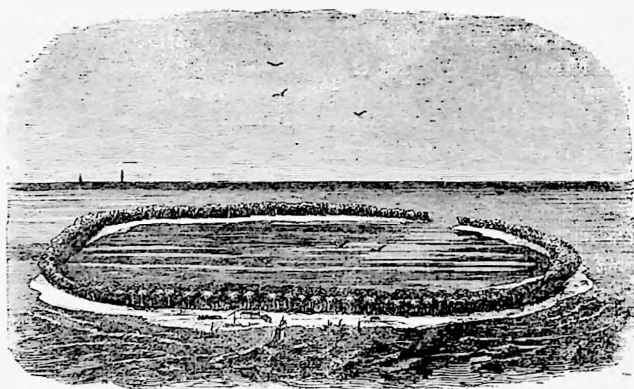
Is nu rondom het geheele eiland de oever gelijk aan dat gedeelte van de linkerzijde, dan moet daaruit een rif ontstaan zoo als ons dat het eiland Maurua (figuur 34) toonde. Ja, als de daling nog langer volhoudt, tot eindelijk de laatste spits van het eiland onderduikt, dan is er uit het oorspronkelijke strandrif eerst een kanaalrif en ten laatsten een lagunenrif of atol geworden. Op deze wijze zullen er wel vele kleine atollen ontstaan zijn.

Hoe nu ook de rijzing veranderend werken kan, behoeft geene verdere verklaring. Uit een atol kan een kanaalrif en uit een kanaalrif een strandrif worden.

Wij moeten nu de vorming en den aard der koraalriffen in bijzonderheden beschouwen.

Het laatste werk om eene vlakte, die boven den waterspiegel uitsteekt, te vormen, nemen de bruischende golven der zee op zich. Zij werpen zand, steenen, schaaldieren, koraalbrokken, wier en allerlei andere dingen op de oppervlakte van het digt onder den waterspiegel liggende rif, die tusschen de takken der koralen blijven hangen. Als het rif nu boven het water uitsteekt, dan vereenigen zich eb en vloed en de gloeijende zonnestralen om die oppervlakte door verwering tot het fijne zand te veranderen, dat altijd de kusten der koraaleilanden en den bodem der lagunen en kanalen vormt. In de gestorvene bovenste laag van het rif ontstaan spleten; de brokken, die zich ten gevolge daarvan losmaken, worden door stormvloeden opgestapeld, en zoo wordt er eene verhooging van het rif verwekt. De golven brengen nu drijfhout aan, welks verrotting teelaarde voortbrengt, waarin de zaden, die door winden en golven, of ook door vogels aangebragt worden, vooral kokosnoten, ontkiemen, en zoo wordt het jonge uit de zee geboren land met planten bedekt. De nuttige kokospalm, die met de voortbrengselen der zee voor de eenvoudige behoeften van de bewoners dier eilanden genoeg is, bevindt zich op bijna alle atollen en kanaalriffen als hoofdbestanddeel van de groene als op het water drijvende kransen, zoo als vele atollen zich voordoen (zie figuur 37). De diepte der lagunen van de atollen is zeer verschillend, meestal 120 tot 240 voet. Zij is waarschijnlijk des te grooter hoe ouder het atol is, of wanneer het door verzinking van een eiland op de vroeger beschrevene wijze ontstaan is. Aan den buitensten rand is de diepte der zee meestal zeer belangrijk. Volgens de opgaven van kapt. Beechey zijn de uitkomsten der peilingen van het Bow-eiland, dat 30 eng. mijlen lang en omstreeks 5 eng. mijlen breed is, de volgende: de landring, die op de windzijde, van welken kant de meeste zaden moeten aangedreven zijn, met hooge boomen bedekt is, is slechts $^1/_6$ eng. mijl breed en daalt aan beide zijden schielijk in zee af. Aan de buitenzijde is de diepte, onmiddellijk achter de branding, 36 tot 60 voet;

Fig. 37.



Gezigt op een atol.

weinige vademen verder reeds 240 voet; en nog een weinig verder vond men met 250 vademen lijn (1500 voet) reeds geen grond meer. De buitenzijde van het atol stijgt dus als een muur steil uit de golven omhoog.

Het is zeer opmerkelijk, dat zulke atollen, zelfs al is hun bodem uit koraalmassa alleen gevormd, steeds zoet water opleveren als men er putten in graaft.

Ziet men op eene kaart naar die onmetelijke zeevlakte, waarop, tusschen het vaste land van Nieuw-Holland en de westkust van Zuid-Amerika, tallooze groepen van eilanden verstrooid liggen, dan kan men daarin een verzonken vastland zien, welks bergspitsen, als 't ware, door de koraalpolypen boven den zeespiegel gehouden worden.

Gelijk hier op duizend punten der door de zee bedekte oppervlakte van de aarde, ontelbare millioenen van nietige wezens bergen opvoeren, en de seculaire dalingen hun daarbij behulpzaam zijn, zoo hebben op andere punten seculaire rijzingen de kleine bouwmeesters uit hun element omhoog geheven en gedood, en hunne gebouwen hoog boven den waterspiegel aan het licht gebragt.

Langs de geheele westkust van Zuid-Amerika bevinden zich aan de strandrotsen, dikwijls op aanzienlijke hoogte, lange rijen van koraalriffen en schelpbanken, die zich slechts onder water hebben kunnen vormen.

In de vroegere tijdperken der aarde hebben de koraalpolypen dezelfde rol gespeeld als nog heden. Koraalkalk, dat is voormalige koraalriffen, vindt men in alle steenvormingen, die uit zeewater bezonken zijn, namelijk in de krijtgroep, de juragroep en in de primaire gesteenten, of de voorheen zoogenaamde overgangsformatiën. Die dikwijls zeer bont gekleurde en zeer digte koraalkalk wordt midden in ons tegenwoordig vastland opgebroken, en levert een geachte bouwsteen voor onze kerken en paleizen.

Naast de veenen en de koraalriffen bestaat er nog eene andere nieuwe vorming van vaste aardlagen, die door levende wezens in het water uitgevoerd wordt. Al kan men de uitkomsten van deze ook niet met die van de eerstgenoemden vergelijken, zoo wekt het geheele feit toch op eene andere wijze niet minder de verwondering op. Ik meen de vorming van het zoogenaamde tripel. Onder den naam van bergmeel is die geelachtig witte, of zilvergrijze, fijne aarde reeds lang, doch eerst sedert 1836 in hare ware eigenschappen bekend geworden; in Duitschland wordt zij *Kieselguhr* geheeten, wijl zij bijna geheel uit kiezelzuur bestaat. Ehrenberg, die zich sedert langen tijd bijna uitsluitend met het onderzoek dezer zoogenaamde infusoriën bezig houdt, en die hen, tegen het gevoelen van verre de meeste natuurkenners, nog hardnekkig voor dieren wil gehouden hebben, heeft veel licht over deze zonderlinge lagen der aarde verspreid. Deze mikroskopisch kleine wezens stelt men thans als kristalwieren, *Diatomaceae*, tot het plantenrijk te behooren. Zij bestaan steeds uit eene enkele cel, die door eene schaal van kiezelzuur omgeven is, welke cellen zich dikwijls op rijen, waarom zij soms ook staafdiertjes geheeten worden, of in eenen kring naast elkander plaatsen. Zij zijn zoo klein, dat het bergmeel een buitengewoon fijn poeder is. De talrijke vormen dezer oorspronkelijke of primitive plantjes komen zoo wel in zee- als in zoet water voor en vormen

op den grond daarvan door hunne schalen, die niet voor verrotting vatbaar zijn, eene laag van eene buitengewoon fijne meelachtige stof, die of zuiver of met fijn slijk vermengd is. Aan den zuidelijken rand der Luneburger heide is zulk eene laag van 28 voet dikte, waarin men 14 verschillende soorten onderscheiden heeft. Een groot gedeelte van Berlijn staat op eene leemlaag van 5 tot 100 voet dikte, die voor twee derde uit diatomeën bestaat. Zulke lagen zijn bovenaan nog levend, en wassen, door de groote vermeerdering van die raadselachtige wezens, zonder ophouden nog steeds voort. Men onderscheidt reeds ongeveer 1000 soorten, die over de geheele aarde verspreid zijn, ofschoon ook, gelijk de hoogere dieren- en plantensoorten, aan bepaalde plaatselijke betrekkingen onderworpen. De diepste loodingen van de zee, waarover wij in het volgende hoofdstuk spreken moeten, hebben uit ontzettende diepten diatomeën naar boven gebragt. In de haven van Pillau spoelt een slijk, dat voor de helft uit diatomeënschalen bestaat en jaarlijks 7200 tot 14,000 kubiek ellen oplevert. Het tripel of de zoogenaamde polijstaarde, tot de jongste bezinksels der voorwereld behoorende, bestaat grootendeels uit diatomeënschalen. Eén kubieke duim uit de 14 voet dikke laag tripel van Bilin bevat 41,000,000,000 diatomeënschalen.

Zulke lagen tripel en soms nog veel dikker zijn er op vele plaatsen der aarde, en aan die doode lagen sluiten de levende van Berlijn en andere oorden zich aan, ten opzigte van den tijd en de wijze van ontstaan.

Vroeger hebben wij het water gezien als de zinnebeelden der veranderlijkheid, de wolken en de golven vormende; in dit hoofdstuk zagen wij, dat het ook de zinnebeelden van het onveranderlijke weet te vormen: steenen en rotsen. Zonder het water zouden zich de gedaanteveranderingen der aarde tot die weinige veranderingen bepaald hebben, welke het vulkanismus, dat zoo het schijnt nog maar een overschot van zijne vroegere kracht bezit, uitgevoerd heeft. Het water is het, waardoor er in het strakke aangezigt der aarde afwisseling en beweging kwam. Wat het vóór eeuwen opbouwde, dat breekt het heden weder af, om morgen daaruit

nieuwe werken op te rigten. Het water is het, dat den hardsten steen door oplossing vloeibaar maakt, en dien, zoo als wij in het zesde hoofdstuk zien zullen, in de ligchamen van dieren en planten weder in veredelden vorm afzet, om vervolgens zelf weder, door hunne uitwasemingen, als damp in de lucht te verdwijnen. Waar zich op onze planeet iets vormt dat vast is, uit iets dat vloeibaar was, of waar het vaste vloeibaar wordt, daar vinden wij het water ook steeds als middel of als bewerker.

Aan het einde van dit aan groote natuurverschijnselen zoo rijke hoofdstuk, blijft ons nog de vraag ter beantwoording over: van welken aard de zigtbare werking is der magt van het water op de gedaanteveranderingen der aarde. Zij laat zich niet in het algemeen, maar slechts bij gedeelten beantwoorden. Dat het water opbouwend en afbrekend werkt, weten wij uit dit hoofdstuk. Op het vaste land blinkt de afbrekende werking van het water voorzeker het meeste uit; want zijne bouwwerken, uit bezinksels van kalk en kiezelaarde, zijn onmerkbaar klein tegenover de afslijting der bergen, al is die in den tijd van een geheel menschenleven niet of slechts zeer weinig te bemerken. Onder den zeespiegel is die verhouding misschien juist eene tegenovergestelde. Daar de bodem van de zee wezenlijk te diep voor de mechanisch verstorende kracht van het water ligt, zoo bepaalt zij zich voornamelijk tot de stranden en kusten, terwijl er door het aanslibben van vaste massaas uit rivieren en door de koraalpolypen veel gedaan wordt tot den opbouw van nieuwe massaas vast land, al blijven die grootendeels nog onder de zee bedolven. Daar wij echter hiervan slechts dat weinige te zien krijgen wat door vulkanische krachten boven den waterspiegel van de zee opgeheven wordt, zoo moet de werking van het water op de ongelijkheden van de oppervlakte der aarde meer eene gelijkmakende, eene vlakmakende, eene effenmakende geheeten worden. Ook de opstapelingen van massaas zand en gerolde steenen, welke somtijds door groote watervloeden achtergelaten worden, strijden geenszins tegen die bewering, want die massaas waren voorheen aan de bergen ontnomen, en alzoo was hare ophooping slechts

eene vergoeding voor eene berooving van een ander oord: dus in den waren zin van het woord eene gelijkmaking.

Als wij ons gevolgelijk de aarde willen voorstellen, zoo als zij er in misschien ondenkbaar verre tijden door de werking van het water zal uitzien, dan moeten wij ons het beeld van eenen gegolfden en gesleufden kogel voor den geest brengen.

En als men met zulke gedachten vervuld, op wandelingen door de bergen rondom zich ziet, dan vindt men in de menigvuldig afgebrokkelde en gespletene rotsen en in de gruishoopen aan haren voet, de ontwijfelbaar zekere bewijzen voor die gelijkmakende werking van het magtige element.

VIJFDE HOOFDSTUK.

DE ZEE EN DE WATEREN VAN HET VASTE LAND.

EERSTE AFDEELING.

DE ZEE.

Verschil in hoogten en laagten tusschen de zee en het vaste land. Verdeeling van de zee. Proeven en middelen om de diepte der zee te peilen. Fig. 38 en 39. Gesteldheid en veranderlijkheid der kusten. Onveranderlijkheid van den waterspiegel der zee. Oorsprong van het zout van het zeewater. Temperatuur van het zeewater. Poolijs. Ware kleur van het zeewater. Gekleurd worden door vreemde ligchamen. Het lichten der zee. Eb en vloed. Zeestroomen.

De zee is poëzij; nooit zwijgen
Haar lippen; uit haar boezem stijgen
  De hymnen op, vol majesteit;
Diep als de diepe schoot der wateren,
Die tegen 't helmig duinstrand klateren,
  Is 't denkbeeld, dat ze alom verbreidt;
't Is schoon zoo als de hemeltransen,
  Waar zij de starren van weêrkaatst,
Die schittrend op 't azuurkleed glansen,
  Waar langs de wind geen wolkjen blaast.

Wanneer de zachte koeltjens suizen,
Gelijkt de zang, dien zij doet ruischen,
  Der suizelende harmonij,
Die 't groen doortrilt der voorjaarshagen; —
Door de avondzuchtjens voortgedragen
  Versterft die fulpen melodij
In 't maatloos ruim der hemelbogen.
  't Zwijgt alles — en tot de uchtend daagt
Hoort nog, van weelde zacht bewogen,
  De ziel een zucht, die lieflijk klaagt.

Maar als de orkaan, door niets te teugelen,
Met zijn ontzachbre wolkenvleugelen,
Die 't Noorden uit elkander jaagt,
Ter neêrstort op de ontzette duinen,
En 't zand van haar gebeukte kruinen
In dwarrelkringen verder draagt,
Wanneer het buldren van zijn vlagen,
Zich aan 't geloei des donders paart,
En bij die ratelende slagen
Een siddring door den afgrond vaart; —

Dan hooren wij haar lied ook schateren,
En hoe het onweêr rond moog' klateren,
Zijn schorre stem wordt overstemd
Door 't loeien van de ontstoken baren,
Die uit haar diepten opgevaren,
En nooit te breidlen, nooit getemd,
De zeeweer teistren door haar klotsen,
Hoe trotsch zij 't hoofd ook opwaart stak,
En diepe kloven, hooge rotsen
Formeeren op het watervlak.

S. J. van den Bergh,
Bij de Zee.

Wie kan deze schildering des dichters lezen zonder te gevoelen dat zij waarheid bevat, al bevond hij zich ook slechts eenmaal aan den oever der zee?

Diep gevoelde ik althans die waarheid, toen ik eens in de eerste morgenschemering, na een' gelukkig doorgestanen, stormachtigen nacht, de spaansche kust voor mij zag liggen. Bruischend sloegen de zwarte golven tegen de zijden van het schip: met een wit schuim waren zij omzoomd, dat steeds verdween en telkens weder op nieuw ontstond, gelijk in de ziel des menschen de afschuw voor de magt van het kwade steeds weder plaats maakt voor de hoop op de magt van het goede. Een heldere zonsopgang op eene ruime, stille watervlakte is een van de treffendste tooneelen, die de natuur ons aanbiedt. Uit het schemerlicht van den nacht, die slechts door de sterren verlicht werd, treedt het schip als langs eene effene baan in het licht der zon te voorschijn.

Dan komt ons de rustige zee het treffendste voor, want zij blijft zich zelve onveranderlijk gelijk onder dien overgang van den nacht in den dag, die alles verandert. Slechts in het oosten werpen de zonnestralen een pad van licht op haren waterspiegel, dat van den horizont loopt tot aan den spitsen „zeeploeg;" een pad, dat door zijne beide uiteinden de levenwekkende zon vereenigt en verbindt aan den voet van den mensch, die boven eene afgrijselijke diepte zweeft, moge ook de wind of de gedienstige stoom die beide eindpunten onophoudelijk van plaats doen veranderen — een schoon beeld van de trouwe zorg van de levenwekster en van de hulpbehoevendheid des levens aan haren invloed. Dat schitterende morgenpad der zon herinnert den zeeman dagelijks aan de grootte der zee, want zijn blinkend begin veroorlooft het oog niet om het geheel uit te zien; terwijl anders, van een scheepsdek af gezien, bij helderen hemel, de horizont zoo nabij schijnt te zijn. Want gewisselijk behoort het tot de grootste teleurstellingen als men bij den eersten blik, dien men van eene vlakke kust af over de watervlakte der zee werpt, de grenslijn der zee aan den horizont zoo nabij en zoo scherp afgeteekend ziet. Op den bodem van eene sloep staande schijnt het ons toe alsof de afstand van den horizont slechts 2½ mijlen bedraagt.

Wie op eene slechts korte zeereis gelegenheid had om de handelingen en de gesprekken der matrozen gade te slaan — en het gebrek aan andere bezigheden geeft daartoe aanleiding genoeg — vindt de beminde „zeeromans" bevestigd, en verwondert zich weldra niet meer over het zoo eigenaardige karakter der zeelieden en over de bijzondere wijze waarop zij de dingen beoordeelen, want hij ziet overal rondom zich de oorzaak daarvan in alles wat hem omringt. En wie zal dan nog ontkennen, dat de mensch gevormd wordt door wat buiten hem is?

Al is het slechts een klein gedeelte van de zee, dat men van een schip af overzien kan, zoo maakt toch die eenvoudige vlakte een' zoo diepen indruk, dat men gemakkelijk gelijk wordt aan den jongeling te Saïs, voor het gesluijerde beeld staande, dat men vergeet, onderzoekende blikken door den omhullenden sluijer heen

te werpen op datgene wat hij als een geheim in ondoordringbare diepten verbergt. Die invloed van de eindelooze vlakte der zee op onze ziel, ligt zonder twijfel in het zien van iets, dat al onze gedachten en gewaarwordingen als in beslag neemt: als eene groote, woeste *tabula rasa* ligt zij daar en verschilt hemelsbreed van alles wat voorheen ons binnenste roerde. Rust en ernst, vóór ons als uitgespreid, spiegelen zich af in ons gemoed met onwederstaanbare kracht. Zwijgend van verwondering staren wij peinzend over de vlakte, tot eindelijk ook het laatste flaauwe beeld der verlatene kust verdwijnt. Dan maken wij, al naar dat wij moedig of bevreesd zijn, eene vergelijking tusschen onze zwakheid en de kracht die ons voortdraagt en die thans wel rustig is — maar wij weten dat hare rust bedriegelijk is. En wie dan niet buitengewoon vreesachtig is, gevoelt ten laatsten dat hij groot en krachtig is, zoo als hij dat vroeger nooit in die mate gewaar werd.

Maar helaas! in het volgende oogenblik ontstaat er bij de meesten die toestand des ligchaams, van welken men zegt dat hij aan allen die daaraan lijden alle zielskracht en ligchamelijk welzijn ontrooft. Dat de volle zee nooit op mij dien ontzenuwenden indruk gemaakt heeft, heb ik slechts daaraan te danken dat ik nimmer zeeziek werd.

Hoe overweldigend de indruk is die de onafzienbare waterspiegel der zee op ons maakt, blijkt daaruit dat het ons slechts zelden invalt de zee als weg te denken, om ons eene voorstelling van den bodem der zee te maken. Thans echter is het niet meer moeijelijk om op dat denkbeeld te komen, thans, nu men tot de uitvoering van het reusachtige plan overgaat om Amerika en Europa door eene gedachtenketen met elkander te verbinden. Immers, het is noodig geweest om de strook die duizende zeemijlen lang is, tusschen de banken van Newfoundland en Engeland, bijna el voor el, zoowel om de diepte als om de gesteldheid van den bodem te onderzoeken.

Doch laat ons niet vooruitloopen. Vóór dat wij den zeeman zien werken zoo als hij met het dieplood peilt, als met lange voelhorens den diepsten grond der zee betastend, willen wij eerst

de grootte van het rijk kennen leeren, waarin de kinderlijke begrippen van de klassieke oudheid den god met den drietand lieten heerschen.

De verhouding tusschen zee en land wordt gewoonlijk als 2 tot 1 opgegeven, zij is echter werkelijk bijna 3 tot 1, of in getallen, volgens Berghaus.

6,636,800 □ duitsche mijlen zee,
2,423,700 〃 〃 land.

Zoo is land en zee dus geenszins gelijkmatig over de aarde verdeeld, want als men den meridiaan 100° O.L. als deellijn aanneemt, dan krijgen wij twee halfronden van welke het eene, het noordwestelijke, de grootste massa land, en het andere, het zuidoostelijke, de grootste massa zee bezit. Op het laatstgenoemde komt slechts een gedeelte van de westkust van Noord-Amerika, de westkust en zuidelijke spits van Zuid-Amerika en Nieuw-Holland, Borneo, Java, de Molukken, de Philippinen en de overige tallooze kleine eilandgroepen van Australie, die wij in het vorige hoofdstuk behandeld hebben. Al het overige land ligt op het noordwestelijke halfrond. Men kan alzoo de aarde in een landhalfrond en in een zeehalfrond verdeelen, ofschoon ook op het eerste de zee naauwelijks door het land overtroffen wordt. Op het zeehalfrond zien wij dat het land bestaat uit verspreide eilanden en kustland, op het landhalfrond daarentegen de zee uit binnenzeeën en uit kanalen.

Als men beide halfronden uit het gemelde oogpunt beziet, waartoe eene aardglobe de beste gelegenheid geeft, dan moet het ons in het oog vallen hoe al het vaste land rondom de noordelijke poolzee met breede massaas aanvangt, bijna in gelijke rigting met de meridianen overlangs loopende, naar de zuidpool heen spits uitloopt, en daarenboven van deze laatste verder af blijft. Aan dezen, het eerst door Baco van Verula opgemerkten en door von Humboldt zoogenaamden „pyramidalen bouw der aardgedeelten naar het zuiden" is overigens in de gedaante en verdeeling van het land geene de minste regelmatigheid te bespeuren. Men heeft velerlei gissingen over de oorzaak van die eigenaardige gesteldheid

geopperd. Al is ook geene daarvan meer dan een vermoeden, zoo heeft toch een van de oudste denkbeelden, namelijk dat van Forster, die Cook vergezelde, eenigen schijn van waarheid, en minstens den voorrang dat het oorspronkelijk en stout is. Een groote, van de zuidpool uitgaande stormvloed zou van het zuidelijke halfrond het meeste vaste land tot op de overgeblevene, smalle, spitse punten na, weg en naar de noordpool heengespoeld hebben. Wij moeten echter niet vergeten dat vulkanische krachten ten minste een even groot aandeel als het water aan de gedaanteveranderingen der aarde moeten gehad hebben.

Als wij op eene aardglobe, welke de politiek-geographische verdeeling van het vaste land niet in kleuren aangeeft, Europa opzoeken, dan zullen wij met Steffens wel geneigd zijn om slechts drie vaste landen aan te nemen, en met Nieuw-Holland ons klein Europa als een vast land te laten vallen. Het eerste kan als opperhoofd een vierde eilandswerelddeel aanvoeren, het laatste wordt door Steffens, te zamen met het arabische schiereiland, met Afrika vereenigd. De aanmatiging van Europa om een afzonderlijk vaste land te zijn, berust meer op de verstandelijke beschaving der inwoners dan op eene aardrijkskundige verhouding.

De nabuurschap tusschen zee en land is voor het laatste des te voordeeliger, hoe menigvuldiger tusschen beiden de punten van aanraking zijn. Hoe meer diepe inhammen, hoe meer schiereilanden, en hoe grooter getal van nabij liggende eilanden een vast land heeft, des te gunstiger wordt zijn klimaat en des te meer ontwikkelt zich het organische en maatschappelijke leven. Europa is in dezen het meest begunstigd en Afrika het minst, en in overeenstemming daarmede staat ook beider klimaat, de bebouwing van den grond en ook de beschaving der bewoners. Bij eene uitgestrektheid van 168,800 □ duitsche mijlen heeft Europa 4300 duitsche mijlen kusten, terwijl Afrika dat 544,700 □ m. groot is, slechts 3520 m. kustlijn heeft. In Europa is dus de verhouding als 1 tot 37, in Afrika als 1 tot 150. Voor Europa dus eene viermaal gunstiger verhouding.

De zee is gemeen goed: zoo is zij van ouds reeds genoemd,

en alle volken onderwerpen zich aan die uitspraak om twist en strijd over haar te voorkomen, hoewel toch zeker maar al te vaak de geweldsuitoefening der „zeemagten" daar niet naar luistert. Hiermede staat in verband dat men enkele afdeelingen der zee wel met de namen van landen betitelt (Iersche zee, golf van Biskaye) maar zonder daarmede een bijzonder regt van eigendom te kennen te geven. De verdeeling der zee is eene zuiver natuurkundig-aardrijkskundige, vooral in de drie groote afdeelingen: de groote of stille Zuidzee, de Atlantische oceaan en de Indische zee. Alle drie komen met breede oppervlakten aan de zuidpool te zamen en zijn misschien, meer door ijs dan door vast land, slechts weinig van elkander gescheiden, terwijl de stille Zuidzee en de Atlantische oceaan ook aan de noordpool door de zeeëngten van de kleine Poolzee zamenvloeijen.

Een dieper indringen in de verdeeling der zee zou op eene herhaling van ons schoolonderwijs beginnen te gelijken en kan dus hier gevoegelijk achterblijven. Wij wenden ons tot dingen die minder in het begrensde gebied der geleerde herinneringen onzer jeugd te huis behooren, tot de gesteldheid van den grond der zee en tot de middelen om de diepte der zee te peilen.

Gelijk in zoo veel wat de scheepvaart betreft, zoo hebben de amerikanen zich ook ten opzigte van het peilen van de diepte der zee, in de laatste tijden zeer verdienstelijk gemaakt, iets waarin vooral de ons reeds bekende amerikaansche zeeofficier Maury uitblinkt. Wij hebben aan hem, in eene bijzondere afdeeling van zijn schoon werk over de natuurkundige geographie van de zee, uiterst belangrijke mededeelingen over „de diepten der zee" te danken. Daar die mededeelingen het nieuwste en volledigste bevatten van wat ons jegens die tamelijk onbekende streken bekend is, zoo volgen wij hier hoofdzakelijk genoemden Maury.

Hij zegt dat de bodem van het „blaauwe water," gelijk de zeeman de diepste plaatsen der wereldzee ten gevolge van hare donkere kleur noemt, ons tot heden bijna even onbekend gebleven is als het binnenste van eene planeet van ons zonnestelsel. De diepte van het blaauwe water geloofde men wel, door vele peilin-

gen, onder welke er waren die tot 46,000 voet aangaven, kennen geleerd te hebben, maar van de eigenschappen van den zoo bereikten zeebodem, kreeg men daardoor geene de minste kennis. Men bezigde in den laatsten tijd zijden koorden, of dikke hennipbindgarens (spingarens), aan welke een twee en dertig ponds kanonkogel bevestigd was. Zoodra dat garen niet meer van de rol aan boord van het schip afliep, stelde men dat de kogel den grond van de zee bereikt had; men sneed den draad af, trok de som der lengte van het overgeblevene eind af van die der geheele lengte, soms 60,000 voet op eene rol, en vond zoo de lengte van den gezonken draad, of de diepte der zee. Zonder nog de vele moeijelijkheden bij dit bedrijf te rekenen, die echter overwonnen werden, vond men ook nog eene groote zwarigheid in de omstandigheid dat de draad altijd nog afliep, zelfs nadat de kogel reeds op den bodem der zee lag. Die onzekere loodingen moesten bovendien telkens met eenige duizend ellen zijden koord en 32 pond ijzer betaald worden, welke beide door de zee, als eene belasting op de nieuwsgierigheid, teruggehouden werden.

Wij vinden ligtelijk de verklaring van dat, ook na het rusten van den kogel op den grond, voortdurend afloopen van de lijn, in de stroomen, die dikwijls verre beneden den waterspiegel aanwezig zijn. Die stroomen maakten de gespande lijn krom in hunne rigting en sleepten haar met zich mede, zoodat zij nog steeds van de rol afliep, terwijl zij toch door het gewigt van den kogel als op den bodem der zee voor anker lag. Deze verklaring werd door de ondervinding ten volle bevestigd en zij gaf ten zelfden tijde een bewijs voor het geweld dier stroomen, door dat de lijn telkens brak, als men haar gedurende het afloopen aan boord vasthield.

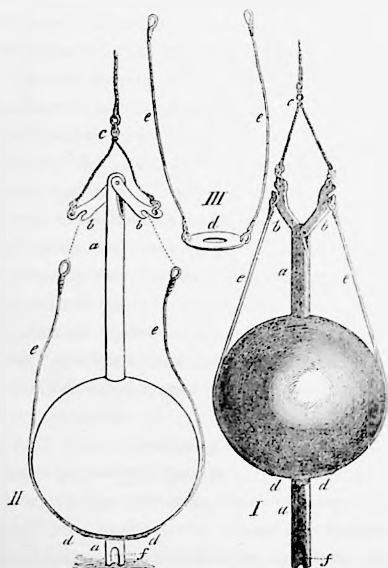
Van een weder naar boven halen van den zwaren kogel was bovendien geene sprake, en gevolgelijk kon er ook, al waren de loodingen goed geweest, toch niets van den grond der zee mede naar boven gehaald worden.

Door middel van een sekonde-horlogie bepaalde men bij die peilingen tevens den tijd welken elke 600 voet lijn noodig had

om af te loopen, ten einde ook daardoor de maat der diepte te verkrijgen. Men bevond dat de vallende kogel de lijn des te langzamer afwikkelde hoe dieper hij zakte. Om 2400 tot 3000 voet lijn af te wikkelen was een tijdsverloop van 2 minuten 21 sekonden, om 10,800 tot 11,400 voet een van 14 minuten 29 sekonden noodig. Door zulke waarnemingen kon men weten dat ten laatste, op nog grootere diepten, een zoo langzaam vallen van den kogel ontstaan zou, dat een verder snel afloopen der lijn niet meer door dat vallen, maar door het stroomen van het zeewater veroorzaakt moest worden; en daaruit bleek dat de bovengemelde diepte van 46,000 voet valsch was.

Die zwarigheden voerden den amerikaanschen zeekadet J. M. Brooke tot eene schrandere uitvinding, welke nevenstaande figuur

Fig. 38.



Brooke's toestel.

ons verduidelijkt. I stelt het toestel voor zoo als het bij het vieren laten, aan het einde der koord hangt: het bestaat uit een' doorboorden kanonkogel, waardoor de ijzeren staaf *a a* heengaat. Deze gaat ten zelfden tijde door het gat van eene schijf *d d* (in III afzonderlijk afgebeeld) op welke schijf de kogel rust en die door twee, aan beide zijden van de schijf bevestigde touwen *e e*, gedragen wordt. Die touwen zijn van boven op de volgende wijze bevestigd: aan het boveneinde van de staaf bevinden zich twee beweegbare klinken of tuimelaars *b b*, elk met eenen haak waarin de oogen of lussen der touwen *e e* hangen. Van boven gaan van de klinken twee korte touwen opwaarts, welke zich bij *c* met het onderste einde van de lijn vereenigen. Van onderen bij *f* heeft de ijzeren staaf eene kleine holte, welke, gelijk ook het geheele ondereinde der staaf, met talk of kaarssmeer bestreken is. Als nu het toestel tegen den grond der zee aanstoot, dan gaat tevens de kracht verloren die de klinken *b b* naar boven gerigt hield, en dezen moeten door de zwaarte van den kogel, (welke nu van de staaf, die op den grond steunt, afglijden moet) naar beneden getrokken worden, waardoor de oogen der touwen *e e* uit de haken glippen moeten. Dit vertoont II. De kogel blijft nu met de schijf *d* en de touwen op den grond liggen; de ligte ijzeren staaf wordt vrij en kan weder naar boven getrokken worden, waarbij zij een weinig van den bodem der zee mede naar boven neemt, dat bij het aanstooten tegen den grond aan de talk vastgekleefd is. Met zulk een dieplood heeft men reeds monsters van den zeebodem uit eene diepte van 2 eng. mijlen naar boven gebragt.

Honderden kanonkogels zijn sedert, dat is, sedert de vaststelling van de amerikaansch-europeesche telegraaflijn, in den dienst der wetenschap en der kunsten van de vrede, uit de arsenalen van beide werelddeelen uitgegeven geworden.

De grootste diepte welke men op deze wijze gepeild heeft, bedraagt 48,000 voet. MAURY vermeldt, in eene aanmerking, dat kapitein RINGGOLD op eene diepe plaats in de Zuidzee, op 8000 vademen (48,000 voet) grond gekregen heeft, zonder evenwel nadere bijzonderheden van die peiling vernomen te hebben.

Die diepte is bijna het dubbelle van die, welke men, korten tijd te voren, met het dieplood van BROOKE in den Atlantischen oceaan gevonden heeft, namelijk ten zuiden van de newfoundlandsche banken met eene lijn van 25,000 voet lengte.

Men is gewoonlijk geneigd om zich den bodem der zee, zoo niet geheel vlak en effen, toch slechts in zacht golvende lijnen heuvelachtig of bergachtig voor te stellen, omdat men onwillekeurig tot de meening overhelt, dat de beweging der watermassa eene gelijkmaking of vlakmaking der ingespoelde vaste stoffen, en der vaste overblijfselen van gestorvene zeedieren veroorzaken moet. Het tegendeel weten wij reeds door de koraalriffen en koraaleilanden, daar wij in het zuidelijke gedeelte van de Zuidzee, bijna elk van de daar zoo tallooze, verstrooid liggende eilanden als den top van een' hoogen onderzeeschen berg beschouwen moeten. Zoo zullen wij ook tusschen Europa en Amerika, thans door eene vlakke en bekende waterbaan verbonden, als wij den Atlantischen oceaan weg denken, geheel hetzelfde vinden als tusschen de westelijke kusten van Amerika en de oostelijke van Azie, namelijk eene bonte afwisseling van hoog- en laagland, aan hetwelk ruggen en bergen van de hoogte van den Dhawalagiri niet ontbreken. Rekent men bij de hoogte der eilanden die zich onder den waterspiegel bevinden, nog hunne verheffing boven den waterspiegel, dan vindt men dat er op den bodem der zee hoogere bergen staan dan op het drooge land. Dit zou eerst de ware hoogte van de bergen der aarde aangeven. Daar wij echter slechts in zeldzame gevallen in staat zijn om de geheele hoogte te meten, zoo is ook in de natuurkundige aardrijkskunde de noodzakelijkheid geboren geworden, om de hoogte der bergen van den waterspiegel af te bepalen.

De Sandwichs-eilanden, welke met vrij regelmatige tusschenruimten op eene flaauw gebogene rij liggen, en op het grootste, Hawai, reusachtige bergen bezitten, zouden, daar zij uit eene belangrijke diepte oprijzen, eene ontzettende bergketen met belangrijke toppen uitmaken, als wij hen ongehinderd van den bodem der zee af zien konden.

De aardrijkskundigen hebben de vraag geopperd, hoe de verhouding is tusschen de diepten der zee en de hoogten van het land. Men beantwoordt haar gewoonlijk zóó dat men beide als ongeveer aan elkander gelijk stelt te zijn. Maar die stelling mist volkomen allen wetenschappelijken grond. Door de vele plaatsveranderingen van de oorspronkelijk horizontaal gelegen hebbende laaggesteenten en door de uitwerkselen onzer hedendaagsche, werkende vulkanen, weten wij dat de hoogten en laagten van het vaste land voornamelijk door vulkanische krachten veroorzaakt zijn. Met de hoogten en laagten onder water kan dit wel niet anders zijn. Nu bestaat er echter geen wetenschappelijke grond voor om aan te nemen dat de graad dier vulkanische verheffingen, of om het meer algemeen uit te drukken, dier vulkanische *relief*-veranderingen van den waterspiegel afwaarts dezelfde zijn zal als van hem opwaarts; dat alzoo de waterspiegel naauwkeurig het middenpunt eener loodregte lijn snijdt, welke wij ons voorstellen als van de diepste plaatsen van den zeebodem, tot aan de hoogste punten van het vaste land getrokken te zijn. Wel is waar, er kan zulk eene verhouding bestaan, doch in dat geval is zij volkomen toevallig en door geene denkbare wet bepaald. Zelfs die door het dieplood aangegevene diepte van 48,000 voet weêrspreekt haar onmiddellijk, want dat is tweemaal zoo diep als de Dhawalagiri hoog is.

Als het dus wetenschappelijk niet te bewijzen is dat de diepten van de zee aan de hoogten van het land gelijk zijn, dan mag men natuurlijk niet verder besluiten dat ook de inhoudsgrootte gelijk zou zijn, dat is, dat het drooge land ongeveer voldoende zijn zou om de zee te vullen. Wij moeten niet vergeten dat de zee bijna drie vierde gedeelten van de geheele oppervlakte der aarde bedekt.

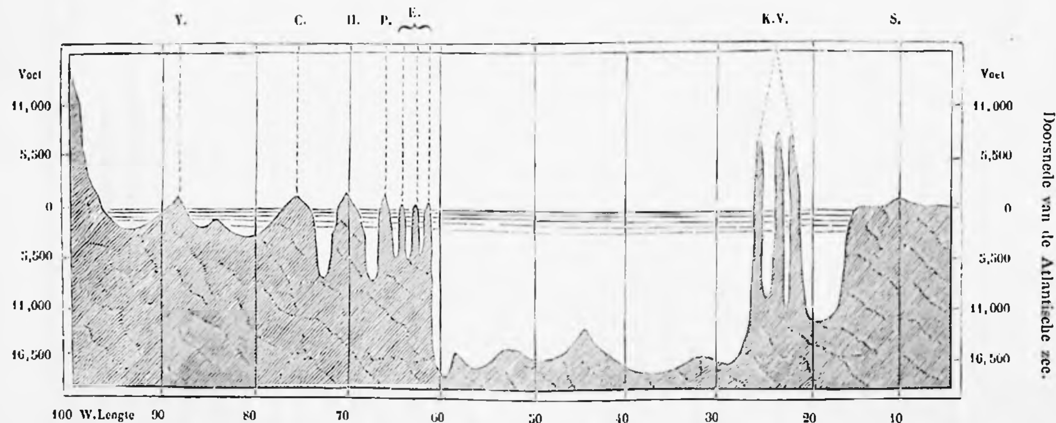
Men heeft getracht de inhoudsgrootte der zee en die van het vaste land, of liever de gemiddelde diepte van de eerste te berekenen en daarbij bevonden, dat al het gezamenlijke, boven den waterspiegel liggende land, de zee, bij eene gemiddelde diepte van 15,000 voet, slechts voor ongeveer een derde zou vullen, zoodat

dan de zee nog altijd, gemiddeld, eene diepte van 10,000 voet zou behouden.

Van het relief van den zeebodem geeft fig. 39 ons een denkbeeld. Zij stelt eene loodregte doorsnede van den Atlantischen oceaan voor, welke in eene lijn valt getrokken van de westkust van Afrika, over de tusschenliggende eilanden en het schiereiland Yucatan, tot aan de Andes van Mexiko. De getallen regts en links geven de diepten der zee en de hoogten van het land te kennen; en wij zien dat onder den 60° W.L. eene diepte ligt, die de hoogte van het Andesgebergte verre overtreft. Het behoeft naauwelijks gezegd te worden dat de lengte dezer lijn geenszins in eene gevorderde verhouding staat tot de maten van hoogte en diepte. Daarvoor moest de teekening veel langer geweest zijn, en daarom schijnen de doorgesnedene eilanden ook veel te smal. Echter zouden de Kaap-verdische eilanden zich toch als steile, afzonderlijke bergen vertoonen, als wij hen van den zeebodem af zien konden.

De groote en bijna overal gelijke diepte, welke fig. 39 tusschen den 28° en 60° W.L. aantoont, is de dwarsche doorsnede van oost naar west van die diepe groeve, welke, onder den naam van den Atlantischen oceaan, in de rigting naar de polen, de oude van de nieuwe wereld scheidt. Maury vergelijkt de Atlantische zee niet oneigenaardig bij een' trog, en volgens de dieptekaart door hem ontworpen, bevindt zich de diepste plaats, gelijk wij reeds opgemerkt hebben, digt bij en zuidwaarts van de newfoundlandsche banken. Oostelijk van Newfoundland tot naar Ierland strekt zich die zoo gewenschte, gelijkmatige streek van den zeebodem uit, welke men het telegraafplateau geheeten heeft, daar weldra, zoo als te hopen is, op dat plateau het meer dan duizend mijlen lange touw rusten zal, dat in zijn wel beveiligd binnenste den gedachten over brengenden koperdraad verbergt. Maury meent dat op die geheele breedte, de zee waarschijnlijk nergens veel dieper dan 10,000 voet zal zijn.

Die gemelde kaart van Maury vertoont bovendien op vele punten eene in het oog vallende overeenkomst met eene andere



Doorsnede van de Atlantische zee.

Y. Yucatan; C. Cuba; H. Hayti; P. Portorico; E. Eilanden boven den wind; K.V. Kaap-verdische eilanden; S. Senegambie.

kaart, op welke die scherpzinnige en onvermoeide navorscher de stroomen der Atlantische zee verklaard heeft. Onder den grooten aequatoriaal-stroom, welke van Senegambie, aan de afrikaansche westkust, in een' zuidelijken boog dwars over den oceaan naar de Caraïbische zee stroomt, ligt in eene westelijke rigting de grootste diepte, en al het slijk dat de magtige Amazone-stroom naar zee voert wordt door dien stroom, langs de oostkust van midden-Amerika, tot een' langen, smallen slijkdam bij elkander gespoeld, waardoor alzoo de zee daar ter plaatse minder diep is. Onder de kroosze.e, *mar de Sargasso*, vinden wij ook eene geringere diepte, dewijl daar het middenpunt is van den rondloopenden tak van den golfstroom, en dus de rustigheid van het water te dier plaatse, geholpen door de ontzettende massaas doode wieren, het naar beneden zinken van vaste stoffen ten hoogste bevordert. De geheele golf van Mexiko, de inham waarin het uiteinde van den aequatoriaalstroom zich omkeert, heeft eene onbeduidende diepte, dewijl hier door dien stroom het slijk afgezet wordt, waarvan de golfstroom, met het slijk uit den Mississippi verrijkt, een deel naar het noordoosten voert, waar het gemelde telegraafplateau ligt. Tot dat plateau zullen overigens wel de zinkende rotsblokken van de vlottende ijsbergen, welke hier in den warmen golfstroom smelten, en bovendien de benedenstroom die van de noordpool komt, het meeste toegebragt hebben.

Tusschen de diepe zeekloof, *sea-gash*, zooals Maury op eene andere plaats de Atlantische oceaan noemt, en de Zuidzee, ook met hare belangrijke diepte, vormt Amerika dus een magtig rif op onze planeet; en van kaap Hoorn af uit een vogelperspectief gezien, zou, als wij de zee wegdachten, dit kontrast van de hoogste hoogten en de diepste diepten der aarde een boven alle beschrijving grootsch schouwspel opleveren.

Zoo wordt het ons duidelijk dat wij ons van de gedachte ontdoen moeten als of de oever van de zee den waren rand van het vaste land zou uitmaken. De britsche eilanden schijnen brokstukken te zijn, die in 't geheel niet tot het vaste land van Europa behooren. Maar zonder de zee zouden wij zien dat zij

wel innig, en slechts onder geringe zeediepten, met den stam van Europa zamenhangen, welke aan zijne westelijke grenslijn bijna loodregt en als plotseling in eene onafzienbare diepte wegzinkt. Slechts langs de noorweegsche kust is eene diep insnijdende kloof in den bergenrij welke men Europa noemt, en waarvan slechts de bergvlakten en de daarop staande bergtoppen boven den waterspiegel uitsteken.

Behalve door het peilen met dieplooden heeft men gepoogd om de diepte der zee te berekenen uit de snelheid der golven. Door het verschijnsel dat wij eb en vloed noemen, weten wij dat die eeuwig regelmatige afwisseling zich in even regelmatige golven, zoogenaamde vloedgolven, boven de oppervlakte van de zee vertoont. De beweging dier vloedgolven is des te sneller, hoe dieper de zee is op de plaats waar zij zich voordoen. Op het blaauwe water van breede zeevlakten legt de vloedgolf in één uur eenen afstand van zeven mijlen af. Naar die snelheid van beweging heeft men de gemiddelde diepte van den Atlantischen oceaan op 14,400 en die van de stille Zuidzee op 19,200 voet berekend.

Wij hebben gezien dat de loodingen met het toestel van Brooke, de tallooze peilingen die te voren gedaan zijn, als grootendeels onjuist, aan de vergetelheid overgeleverd hebben, en daarbij kon er wel door zulke lieden, welke geene waarde hechten aan het genot dat de beoefening der wetenschap om haar zelve oplevert, als zij er geen praktisch nut van zien, gevraagd worden: wat nut die peilingen doen? Met regt herhaalt Maury hier de bekende wedervraag, welke Franklin eens zulk een' onverstandigen vrager toevoerde: „wat nut doet een pasgeboren kind?” Het regt tot het doen van die zoo dikwijls gehoorde vraag: „waar dient dat toe?” welke men veeltijds op een' minachtenden toon der wetenschap voor de voeten werpt, geenszins geheel en al ontkennende, kunnen wij te dezer plaatse toch niet nalaten om het regt der wetenschap en het genot dat hare beoefening op zichzelve verschaft, met krachtigen stem te verdedigen. Die vraag vloeit meestal uit het grofste materialismus voort. Maury zegt: „elke natuurkundige waarheid, elke uiting van het leven der natuur, elke greep in de

vorming der aarde, de werking van elke dier krachten welke de wereld gemaakt hebben zoo als zij ons voorkomt, is leerrijk en belangrijk," is — mag men er bijvoegen — meer dan dat, is noodzakelijk, als uitmakende een (hoewel dan ook een klein) gedeelte van de kennis van het algemeene vaderland, de wereld: door die kennis verkrijgt de natuurkunde eerst hare overgroote belangrijkheid voor de menschheid. Wij moeten echter, helaas, gelooven dat het menigeen als eene overdrijving van de waarde der wetenschap, of ten minste als eene vergeefelijke, maar overdrevene ingenomenheid des natuuronderzoekers met zijne wetenschap toeschijnen zal, als wij zeggen dat de vrede en het algemeene welzijn der maatschappij niet eerder geboren zullen worden, dan wanneer de kennis aan de dingen der natuur algemeen verspreid, en de wetten der natuur de grondslagen van de menschelijke zamenleving zullen geworden zijn.

MAURY's werk beantwoordt die straks gemelde vraag, in den zin van onze zoo even geopperde meening. Voor hem, die tot het doen van zulk eene vraag gezind is, bevat het zeer veel van dat „onnutte tuig;" voor hem die onze overtuiging deelt, bevat het eene proeve om eenen kenmerkenden trek van het goddelijke gelaat der natuur niet slechts in een helder licht te plaatsen, maar ook met de overige trekken in overeenstemming te brengen.

Doch ook ten opzigte van BROOKE's verbeterde diepzeeloodingen liet het antwoord op die vraag zich niet lang wachten; naauwelijks toch waren eenige uitkomsten daarvan bekend geworden, of bij ondernemende geldmannen rees de gedachte aan eenen telegraaf tusschen Amerika en Europa op; eene gedachte die in dit oogenblik hare verwezenlijking vrij nabij is.

Het dieplood van BROOKE bragt de eerste monsters van den bodem der zee, van het telegraafplateau, waarop het 1600 mijlen lange touw grootendeels rusten zal, naar boven. Het was eene fijne, leemachtige massa, van welke een gedeelte aan EHRENBERG te Berlijn en een ander gedeelte aan Prof. BAILEY te West-Point, tot wetenschappelijk onderzoek, gezonden werd. MAURY klaagt met regt dat de eerste geen antwoord gaf. De laatste zegt dat

bij in het fijne slijk, uit eene diepte van 2 eng. mijlen, geen spoor van zand of gruis gevonden heeft, maar dat het uit mikroskopische schalen van kleine diertjes en plantjes bestond, vooral uit rhizopoden en voor een kleiner gedeelte uit diatomeën, van welke wij reeds op bladzijde 254, bij gelegenheid van de beschrijving van het bergmeel spraken. Het is ten hoogste opmerkelijk dat het fijne slijk, hetwelk den diepsten zeebodem bedekt, slechts uit de organische kalk- en kiezelachtige overblijfsels van kleine bewerktuigde wezens, en zelfs niet voor het kleinste gedeelte uit vormlooze, anorganische stoffen bestaat. Dit wijst eene volkomene rust aan van die, verre van het kustland verwijderde, ontzettende diepten, zoodat een wrijven, verbrokkelen of vermengen van fijne steentjes met die rustig nedergezonkene dierlijke en plantaardige overblijfsels niet plaats hebben kon. Daardoor verkrijgen wij bijna de volkomene zekerheid dat het touw der telegraaf, dáár onder, veilig en rustig liggen, en dat niets het zonderlinge glijden der gedachten door die ongenaakbare diepte storen zal.

Immers die kleine wezens kunnen onmogelijk geleefd hebben in eene zoo vreesselijke diepte, onder den druk van eene 12,000 voet hooge waterkolom, die aan den druk van 400 atmospheren gelijk is. Ongetwijfeld leefden zij op eene geringere diepte, en hunne harde schalen bezonken naar beneden, gelijk aanverwante soorten groote en dikke lagen op den bodem van het zoete water vormen.

Onder het „blaauwe water" zullen de uitholingen en verheffingen van den bodem, behalve door het aanwassen dier geringe lagen van mikroskopische lijken en door vulkanische uitbarstingen, slechts onbeduidende veranderingen ondergaan, want dáár ontbreken bijna alle voorwaarden onder welke wij, in het vorige hoofdstuk, zagen dat de afplatting van de oneffenheden van de oppervlakte der aarde gewoonlijk plaats heeft.

Bij deze beschouwingen van den toestand van den bodem der zee, zoo als die door de krachten der natuur verwekt is, moeten wij hier nog van een vreemd bijmengsel gewag maken; wij bedoelen de puinhoopen van menschelijke kunstvoortbrengselen en

van menschenlijken, door schipbreuken en zeeslagen op den bodem der zee opgestapeld. Het is hier genoeg daar kortelijk aan herinnerd te hebben, want het onderwerp ligt buiten het doel van dit boek en die puinhoopen vormen in de wijde, eindelooze woestijn onder de golven, slechts enkele hier en daar verstrooide atomen, al is het ook dat de dwaasheid der menschen en de moordlust der volkeren, in verband met de losgelatene orkanen, millioenen menschen en milliarden schatten aan het opstapelen van die puinhoopen opgeofferd hebben.

Wij gaan nu over tot de beschouwing van de gesteldheid der zeestranden of kustlijnen, die wij reeds als gunstige en ongunstige hebben leeren kennen. Wij vernamen dat een land, hetwelk geheel of gedeeltelijk door de zee omringd wordt, des te gunstigere kustlijn heeft, hoe grooter of liever hoe langer zij is in betrekking tot de grootte van het land, en wij vonden in Europa een gunstig en in Afrika een ongunstig voorbeeld van een en ander. Wegens die slingerende kustlijn heeft men Europa wel eens met een menschelijk ligchaam vergeleken. Als al het land van dit werelddeel, zonder door water afgebroken te worden, als in een' cirkel bijéén geschoven werd, dan zou het eene veel kleinere oppervlakte dan thans innemen. Afrika bezit, behalve den inspringenden hoek aan hare westkust, geene bogten van belang. Behalve eenige onbeduidende eilandjes aan den noordwestelijken hoek, liggen er geene eilanden in de nabijheid. Het groote eiland Madagaskar, dat ten minste zoo groot is als Spanje, wordt door de straat van Mozambique, die voor de scheepvaart zoo gevaarlijk is, in zekere mate van Afrika afgescheiden en behoort, althans naar de inwoners te rekenen, niet tot Afrika maar tot de Sunda-eilanden en zelfs, door arabische volkplantingen, tot het ver noordwaarts gelegene Arabie.

Hoe de kustlijn min of meer gunstig of ongunstig is ten opzigte van het onderlinge verkeer der volkeren, zullen wij in het achtste hoofdstuk nader bespreken. De invloed van de kusten op het klimaat hebben wij reeds in een vorig hoofdstuk afgehandeld.

Men verdeelt de kusten in vlakke en steile, waarbij men

als derde soort nog de **klippenkust** kan voegen. In die namen ligt reeds eene genoegzame verklaring opgesloten. Steile kusten, met welke een meestal rotsachtig strand steil tot onder den waterspiegel daalt, komen het meest voor aan ver vooruitspringende voorgebergten of kapen, zeldzamer aan lange, in 't geheel niet of slechts weinig aan slingerende stranden, die integendeel meestal vlakke kusten zijn. Zet men in zijne gedachten de helling van de oppervlakte van het strand onder den zeespiegel voort, dan vindt men gemakkelijk den natuurlijken grondslag waarop het wezen der steile en vlakke kusten berust. De klippenkusten bestaan uit rotsbrokken die gedeeltelijk boven water uitsteken en gedeeltelijk daar onder verborgen zijn, vóór het strand liggen en het landen aan die kust veelal zeer moeijelijk en gevaarlijk maken. Dikwijls liggen er ook vóór zee-engten slijk- of mergelbanken, waardoor b. v. het inloopen in het kanaal St. George, tusschen Ierland en Engeland, of in het Kanaal tusschen Engeland en Frankrijk zeer bezwaarlijk wordt.

Men meent wel eens dat eene vlakke kust het meeste voorkomt: dit is toch zoo niet, zij komt zelfs minder voor dan eene steile. Zoo zijn b. v. aan de geheele westkust van Amerika vlakke en klippenkusten uitzonderingen. Op landkaarten waarop de hoogte der bergen naauwkeurig uitgedrukt is, kan men veelal tevens de steile kusten gewaar worden. Immers als, gelijk in het westen van Amerika, er hooge bergketenen langs het strand oprijzen, dan is het wel te denken dat zij ook nog ver onder den waterspiegel dalen zullen. Klippenkusten vindt men op groote schaal bijna langs den geheelen omtrek van Scandinavie, het noorden van Schotland, IJsland, en van Siberie tot Kamtschatka.

Terwijl het strand der steile kusten meestal tot digt aan den zoom der zee door het plantenrijk ingenomen en door de menschen bewoond wordt, zijn de vlakke kusten bijna altijd door een' zeer breeden gordel van zand en gerolde keijen omgeven: het rijk van eb en vloed en duinen. Dat zulke stranden der vlakke kusten ten hoogste onvruchtbaar en dus meest altijd onbewoond zijn, is zeer natuurlijk. Op vlakke kusten vindt men de slechtste havens, wijl zij het binnenloopen van groote vaartuigen meestal

zeer bemoeijelijken. Steile en gedeeltelijk ook klippenkusten hebben natuurlijk de beste havens, vooral door dat bij haar de kustlijn dikwijls vele bogten heeft, waardoor havens van groote uitgestrektheid gevormd worden — die somtijds ver landwaarts indringen en met de zee slechts door een' naauwen ingang verbonden zijn.

Verschillende krachten vereenigen zich om de kustlijn meer of min duurzaam te veranderen, b. v. de branding der zee, de verwering en het vulkanismus. Die veranderingen der kusten bestaan in rijzen boven of dalen beneden den waterspiegel en ook in de verandering van den horizontalen loop der kustlijn.

Dat de bewegingen van den zeespiegel, hetzij door regelmatige vloedgolven, of door de werking van den storm, aan de kusten, zoowel langzaam als plotseling, eene geheel andere gedaante kunnen geven, hebben wij reeds vroeger (bladz. 149) besproken. Maar vooral zijn die veranderingen vreeselijk als de zee niet door zulke betrekkelijk geringe oorzaken, maar door het stooten en het slingeren der aarde, door eene aardbeving, tot ver buiten hare oevers geslingerd wordt. Naast de tornados of tyfoons, die ontzettende stormen welke regelmatig in het gebied der moussoons woeden, is eene aardbeving op eene vlakke zeekust onder alle dergelijke katastrophen wel de verschrikkelijkste. Hoe gemakkelijk en spoedig de beweging van den bodem zich voortzet in het water dat er boven ligt, hebben wij allen meer dan eens in het klein gezien, als eene platte schaal, die slechts gedeeltelijk met water gevuld was, onvoorzigtig gedragen of nedergezet werd. Wee den oever welks bodem en randen op eene schaal gelijken waarin de blaauwe vloed der zee ligt! Droevige herinneringen knoopen zich vast aan de namen Lissabon, Jamaïka, Lima, Callao, Chili. De 1ste November 1755 is een onvergetelijke dag: op dien dag werd Lissabon verwoest, en aan de overzijde der Atlantische zee voelden de bewoners van 700,000 □ geogr. mijlen — van het dertiende gedeelte der aarde — de vreeselijke polsslagen die op dien dag van jammer het koortsige binnenste der aarde deden schudden. Ongeveer een uur na den eersten, hevigen schok stapelde zich de zee aan den mond van den Taag

plotseling tot eene golf van 40 voet hoogte op, ofschoon de eb reeds begonnen was en de wind van het land afwoei. Even snel als zij over de ongelukkige stad haar water heen stortte, rolde zij weder naar zee, maar keerde nog drie- of viermaal met afnemende hoogte en hevigheid terug.

Nadat Lima op den 28sten October 1746 door eene aardbeving verwoest geworden was, verhief zich op den avond van denzelfden dag, in de nabijheid van de havenstad Callao, de zee 80 voet hoog boven haar waterpas, en spoelde in een oogenblik de geheele stad, op geringe puinhoopen na, weg, waarbij bijna alle inwoners gezamenlijk omkwamen. Van de 23 schepen, die er in de haven lagen, verzonken 19 op de plaats zelve, terwijl de vier overigen omstreeks een uur ver landwaarts in, aan de andere zijde der stad op het land gezet werden.

In deze en dergelijke gevallen geven de verwoeste gewrochten der menschen een' maatstaf voor de grootte van de veranderingen van het strand; men kan echter ook van deze laatsten besluiten tot de uitwerkselen op zulke streken waar dien maatstaf ontbreekt.

Volgens waarnemingen, meermalen bij zulke aardbevingen gemaakt, schijnt de strijd van de zee tegen hare kusten meestal daarmede te beginnen, dat het water zich terugtrekt, alsof het eerst een aanloop wilde nemen voor zijnen vreeselijken sprong op het land. Dit gebeurde b. v. op den 20sten Februarij 1835 aan de kust van Chili, waar eene aardbeving Baldivia en Concepcion verwoestte. Na den schok der aarde trok de zee zich zoo ver terug, dat alle ondiepten zigtbaar werden, en schepen, die op 7 vadem (42 voet) water voor anker gelegen hadden, aan den grond geraakten.

Er zijn verscheidene verklaringen van dit verschijnsel gegeven, waarvan die van Darwin de meeste waarschijnlijkheid heeft. Volgens hem zou er bij aardbevingen, die op den bodem der zee niet ver van de kust aanvangen, tevens een grootsch spel van waterbergen en dalen aan de oppervlakte der zee plaats hebben, waarbij, vóór het aanlanden van den eersten waterberg, altijd eerst een diep waterdal den oever bereikt, omdat de opstapeling van

den waterberg, die reeds zeer digt bij het strand is, altijd eene sterke daling veroorzaakt van het water, dat het strand aanraakt. Een verschijnsel, dat waarschijnlijk van dezelfde oorzaken afhangt, kan men van den voorsteven van eene groote stoomboot waarnemen, als die omstreeks 10 of 20 voet van den oever daarheen vaart. De boeg van het schip schuift het water vóór zich uit en tot eenen heuvel op, terwijl regt daarnevens het water aan den oever omstreeks een voet en meer daalt, om, als de boot over hare geheele lengte voorbij is, ten minste evenveel boven zijn gewoon peil op te stijgen. Dit verschijnsel is gemakkelijk daardoor te verklaren, dat het oeverwater in den kuil nederstort, uit welken het water gedreven is geworden, dat vóór den boeg omhoog rees.

Het vereenigde geweld der aardbevingen en dat van de zee, die door voortleiding van den schok mede in beweging geraakt, veroorzaken steeds meer ingrijpende werkingen op de kustlijnen dan eene aardbeving alleen op het vaste land, welke, behalve verwoestingen van gebouwen en andere menschelijke gewrochten, benevens verscheuringen van den bodem, zeldzaam blijvende sporen van belang nalaat.

Doch behalve den vernielenden, afbrokkelenden of knagenden invloed, welken de zee op hare stranden uitoefent, en waarvoor ik, tot een voorbeeld, aan Tennysons-monument herinner (zie bladz. 151), komen er nog andere veranderingen aan de zeekusten voor, die zich als veranderingen van het waterpas doen kennen en meestal op eene langzaam maar zeker werkende oorzaak wijzen. Op vele kusten vindt men soms zeer duidelijk aangewezen, dat de zeespiegel voorheen in eene andere lijn tegen de kust aanlag dan thans, hetzij hooger of lager. De sporen, door welke zich die veranderingen verraden, zijn of gebouwen, die tegenwoordig aan de kust onder water liggen en toch op die plaats niet gebouwd zijn, of voor het tegenovergestelde geval oude strandlijnen, die thans, dikwijls herhaaldelijk boven elkander, hoog boven den waterspiegel liggen. De strandlijnen, de aanrakingslijnen van de zee aan de kust, zijn gemakkelijk te herkennen door lagen van grind en schelpen, doch vooral aan strandklippen

door gaten van paal- of boorwormen, die eens, onder water, door die dieren in den steen geboord werden. Zelfs heeft men in Zweden oude ijzeren ringen, die in de rotsen geslagen waren om er schepen aan vast te leggen, thans veel hooger gevonden, dan zij, wanneer zij tot dat doel dienen moesten, oorspronkelijk aangebragt moeten zijn.

Wie zou hierbij niet aan een vallen of klimmen van het waterpas denken? En toch is die gedachte valsch, daar onwedersprekelijke bewijzen de onveranderlijkheid van het waterpas aantoonen. De verklaring moeten wij, zoo het schijnt, veel verder zoeken: in de rijzing of daling van het land welke wij, als werkelijk bestaande en door vulkanische krachten veroorzaakt, reeds bij de koraalriffen in werking gezien hebben. Als die veranderingen der strandlijnen een gevolg waren van het rijzen of dalen van den waterspiegel, dan moesten zij overal aan zamenhangende kusten, al waren zij ook nog zoo uitgestrekt, gelijk zijn, daar de zee, welke er tegen aanspoelt, niet op de eene plaats ten zelfden tijde lager staan kan dan op de andere. Maar men vindt b. v. aan de stranden der Noord- en Oostzee en daarmede verbondene zeeafdeelingen in dezen zeer ongelijke feiten. Het noordelijke gedeelte van de oostkust van Zweden is aan eene seculaire rijzing onderworpen, terwijl, van de noordelijke grens van Schonen af, alle sporen eener rijzing verdwijnen, en men van daar naar het zuiden duidelijke bewijzen vindt eener daling, die tot op den huidigen dag voortduurt.

Doch meer nog dan die waterpasveranderingen, welke in eene eeuw misschien slechts eenige voeten bedragen, behooren zulke in dit werk genoemd te worden, welke als blijvende gedenkteekenen na eene aardbeving terugblijven. In dit opzigt is de kust van Chili bijzonder merkwaardig, alwaar na verscheidene aardbevingen het strand zich over groote streken ver boven den waterspiegel verheven heeft. Zoo iets is daar gebeurd b. v. na de aardbevingen van den 19den Nov. 1822 en van den 20sten Febr. 1835. Na de laatste was het vaste land van Chili van 4 tot 5 voet gerezen, doch zonk echter, binnen acht weken, tot op 2 of 3 voet boven zijne vorige

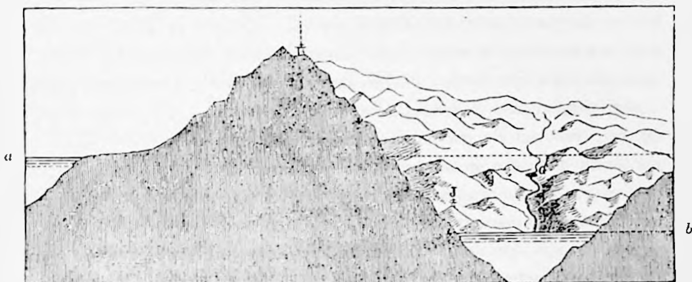
kustlijn terug. Zekerlijk is de geheele westkust van Amerika het grootste veld voor zulke waterpasveranderingen der stranden, en de nabijheid van den vulkanischen Andesketen maakt zoo iets zeer begrijpelijk.

Hoewel wij vroeger gezegd hebben, dat het waterpas der zee onveranderlijk is, zoo sluit dat geenszins eene ongelijkheid uit van het waterpas van verschillende zeeën. Zoo ligt b. v. de spiegel der Roode zee omstreeks 30 voet hooger dan die van de Middellandsche: ook de spiegel der Zwarte zee en die van den Atlantischen oceaan liggen hooger dan die der Middellandsche zee, waardoor er in de laatste ook uit de eerstgenoemden, door de Dardanellen en de straat van Gibraltar, naar binnen loopende stroomen plaats hebben, van welke die uit de Atlantische zee zich zelfs tot bij Egypte doet bemerken. Ja zelfs in de Middellandsche zee is het waterpas niet overal gelijk, want de Adriatische zee ligt bij Triest omstreeks 24 voet hooger dan de golf van Lyon bij Marseille. Voor de doorgraving van de landengte van midden-Amerika is het van belang om te weten, dat op de westkust de stille Zuidzee bij Panama slechts $3^1/_2$ eng. voet hooger ligt dan aan de oostkust de zee der Antillen, bij Chagres.

Wij hebben vroeger reeds gezien, dat er zelfs digt aan het strand kleine landen liggen, die lager dan de zeespiegel gelegen zijn, en welke men door dijken tegen het inbreken der zee moet beschermen. Er zijn echter ook groote binnenzeeën die ver onder den zeespiegel liggen. De Kaspische zee b. v. ligt, volgens de nieuwste onderzoekingen, ongeveer 34 voet lager dan het waterpas der Zwarte zee. Het belangrijkst echter is in dit opzigt de lage ligging van de Doode zee, welker spiegel bovendien de laagste ligging op de geheele aarde heeft, en waarin de Jordaan uitloopt. De Doode zee, ook wel de Zoutzee geheeten, wijl zij het zoutste water van alle zeeën heeft, ligt met haren spiegel 1231 voeten lager dan de Middellandsche zee, ja zelfs de toppen harer oeverbergen liggen nog beneden het waterpas der laatstgenoemde, en zouden onder water bedolven worden als de slechts weinige mijlen breede dam doorgestoken werd, welke het dal des Jordaans, aan welks einde de Doode zee ligt, van de Middellandsche zee scheidt. Figuur 40

zal ons dat ongewoone waterpas doen zien; zij stelt eene loodregte doorsnede voor, van oost naar west, van die gedeelten van Palestina.

Fig. 40.



Loodregte doorsnede van de Doode zee.

a a Waterspiegel van de Middellandsche zee. *b b* Waterspiegel van de Doode zee. *Jer.* Jeruzalem. J. Jericho. G. Meer van Genezareth.

De lijn *a a* is het waterpas van de Middellandsche zee, ten oosten van het gebergte waarop Jeruzalem (*Jer.*) ligt, gestippeld doorgetrokken; *b b* is de waterspiegel van de Doode zee, boven welke het bergland, waaruit de Jordaan naar de Roode zee stroomt, topographisch voorgesteld is. Ten westen van den mond van die rivier ligt Jericho (J). De afstand tusschen de beide lijnen *a a* en *b b*, ten oosten van den berg, is 1231 voet hoog, en daaruit blijkt het ons welk een belangrijk gedeelte van het dal van den Jordaan, met de omliggende bergen en Jericho, er door de Middellandsche zee overstroomd zou worden, als eens de scheidsmuur werd doorgebroken. Deze zonderlinge verhouding wordt des te belangrijker als men nadenkt, dat de Doode zee met geene andere in verbinding staat en toch de niet onbeduidende Jordaan er in uitstroomt, nadat hij vooraf de zee van Tiberias of het meer van Genezareth (G), dat reeds 308 voet onder de Middellandsche zee ligt, doorloopen heeft. Het is eene onbegrijpelijke dwaling als men dat verschijnsel door een' geheimen uitloop van de Doode zee

in de Roode zee, of in de Middellandsche verklaren wil, daar immers, als er tusschen eene van beide laatsten en de Doode zee eenige verbinding bestond, het waterpas van de laatstgenoemde even hoog als dat van de andere worden moest. Wij vinden hier een tegenhanger van wat wij op bladz. 108 van de Kaspische zee gezien hebben, namelijk dat de verdamping van de oppervlakte der Doode zee juist even veel bedraagt als er haar, door den Jordaan en door den regen, water aangebragt wordt.

Verre de meeste meren liggen met hun waterpas boven dat van de zee, en wel de grootsten minder hoog dan de kleineren. Dit laatste is daardoor gemakkelijk te verklaren dat er op groote hoogten, waar de bergtoppen en ruggen meer afgezonderd staan, natuurlijk ook geene zamenhangende vlakten voor groote waterkommen meer zijn kunnen. De meren van Zwitserland liggen in het algemeen tusschen 1000 en 1300 voet boven de Middellandsche zee. Wij zullen in een ander hoofdstuk zien, dat er kleine meren zijn die 8000 voet hoog liggen.

Wij gaan nu over tot de behandeling van eene vraag, die even zoo wel door den diepsten, wetenschappelijken ernst als door de nieuwsgierigheid en de scherts gedaan is: van waar komt het zout der zee?

Die vraag staat in het naauwste verband met eene andere, namelijk: naar de afkomst van het zout in het algemeen. Deze vraag, die op het gebied der geologie valt, is tot heden door de geleerden (behalve door enkelen zeer beschroomd in een' anderen zin) in het algemeen in neptunischen zin beantwoord; men liet het zout ontstaan als een gevolg van de uitdamping van zout water, op gelijke wijze als men op de zuidelijke kusten van Europa, in de zoogenaamde zouttuinen, zeezout door verdamping van zeewater wint. Tegen dat heerschende gevoelen durfde zich een ander naauwelijks te uiten, hetwelk het steenzout op plutonischen weg, door vuur, in zijne tegenwoordige gedaante ontstaan liet.

Het keukenzout, de onafscheidelijke medgezel van het zeewater, zelfs in het kleinste druppeltje dat, als stof, door de branding over

het strand stuift; het keukenzout, dat tusschen het zeewater en het „zoete" water een' onoverkomelijken scheidsmuur optrekt; het keukenzout, dat even zoo zeker het leven van den zeeman bedreigt, als hij in de aequatoriaalstilten zijn laatste drinkwater verbruikt, als het in een ander opzigt niet mogelijk is, dat een mensch leve zonder keukenzout, — dat keukenzout verdient, dat wij het thans al onze opmerkzaamheid schenken. Het is vooral daarom van zoo groot gewigt, omdat het in verbinding staat met het water — omdat het oplosbaar is.

Wij laten de beantwoording der vraag over de afkomst van het zoutgehalte der zee, voorafgaan door eene beantwoording dier andere over de afkomst van het zout in het algemeen, welke voor korten tijd bekend gemaakt is [1]. Het volgende strijdt wel tegen de heerschende meening, maar al mogen ook infusoriën — als middelen om eene wijze van ontstaan te bewijzen, gewisselijk menigmaal misbruikt — in het steenzout bespeurd geworden zijn, en al mogen ook vele zoutlagen duidelijk of ten minste wetenschappelijk waarschijnlijk een' waterigen oorsprong hebben, zoo zullen wij toch in de redenering van MEYN zekerlijk geene grootere ongeloofelijkheden aantreffen, dan ook in het andere opzigt ontwijfelbaar gevonden worden.

„Een ontelbaar getal van wetenschappelijk aangenomen feiten geeft heden ten dage aan de geologen de overtuiging, dat onze aarde eens in gloeijenden toestand verkeerde, ja vóór dien tijd zelfs als een' onmeetbaren gaskogel rondom de zon zweefde; om niet verder terug te gaan dan tot den tijd toen alle gedeelten van ons zonnestelsel op zich zelf staande dingen begonnen te worden.

„In het begin in dien gasbal, toen zekerlijk langen tijd in de gloeijende atmospheer van den vloeibaren aardbol, en eindelijk in de vurige, gesmoltene massa bevond zich ook het zout, zoo niet in de tegenwoordige vaste, karakteristieke verbinding, toch ten minste in zijne bestanddeelen, de chloor en het natrium, welke

---

[1] Zie: *Das Salz im Haushalte der Natur und der Menschen,*" door Dr. LUDWIG MEYN. Als derde deel van de „*Bücher der Natur,*" uitgegeven door E. A. ROSSMÄSSLER. Leipzig, G. KEIL. 1857. bl. 230.

misschien in menige andere verbinding rond zweefden en slechts bij eene bepaalde temperatuur, die langzamerhand op de zich afkoelende aarde ontstond, ten laatste in groote massaas bijeen kwamen. Gelijk de andere gesteenten was dus ook het zout een vloeibaar gedeelte der aarde, maar het werd waarschijnlijk in veel latere tijden eerst hier en daar als heengeworpen en ginds en herwaarts verspreid, vooreerst omdat het zout in dien toestand zoo vlugtig is, en ten tweede door het scheikundig dooreenwoelen der stoffen, dat toenmaals op de aarde plaats had, welke in die tijden nog een' regelmatigen bal voorstelde.

„Deze theorie van de beginselen onzer aarde, zij moge waar zijn of niet, is ten minste die, welke het verst in het verledene terug gaat, is de eenige die aan weêrspannige twijfelaars door feiten opgedwongen kan worden, en geeft in allen gevalle datgene te kennen wat ooit over de allereerste afkomst van het keukenzout in de vroegste tijdperken der wereld, vermoed of gegist is geworden.

„Wil men nu aan de hand dier welgegronde, verhevene geologische hypothese verder in het verledene doordringen, en door besluiten, die uit de schei- en natuurkundige eigenschappen van het zout getrokken zijn, zoeken te bepalen, wanneer het zich voor het eerst heeft nedergezet (geprecipiteerd), waar het zich verzamelen en hoe het met de andere stoffen in aanraking komen moest, wanneer, hoe en waar het zout voor het eerst aan eene verdere bearbeiding door het water overgeleverd is geworden — die zoo iets doen wil, zal zich weldra in een doolhof van hersenschimmen bevinden, die elken feitelijken grondslag missen. Als die groote geologische hypothese, welke wij vooropgesteld hebben — dat de aarde eens in gloeijend gasvormigen en vloeibaren toestand verkeerd heeft — waarheid is, iets waaraan wij van onzen kant niet twijfelen, dan is en blijft zij het toch slechts in grove trekken, en alle verder uitwerken dier schets zou gelijk zijn aan het spelen van een kind met de werktuigen van den man. De theorie gelijkt op een gesluijerd beeld. Men erkent de schoonheid der vormen, doch men kan die niet onthullen, want het beeld en de sluijer zijn uit één en hetzelfde blok marmer gebeiteld, en die er den

sluijer afkapt, vindt niet het schoone beeld, maar de krassen en groeven die hij zelf er in sloeg.

„De eenige, altijd en nog heden werkzame magt, welke daarmede in verbinding staat, en die men bij alle geologische onderzoekingen onophoudelijk in gedachten houden en zonder twijfel als de werkende kracht beschouwen moet, is de nog voortdurende gloeijing van den kern der aarde in eene ongekende diepte: het centraalvuur.

„Als wij nu na het gezegde de afkomst van het zout in het algemeen vaststellen, dan blijft nog de vraag over: is het zoutgehalte der zee eerst met de zee, dus met het water, uit de heete atmospheer gepreciрiteerd, of was het reeds vroeger als steenzout in de aardkorst aanwezig? En aan den anderen kant: is het steenzout oorspronkelijk of is het zonder uitzondering voorheen eerst zeezout geweest?

„De beantwoording der eene vraag is ook die der andere, en daar de bewegelijke, in het algemeen overal gelijke zee door haar zoutgehalte ons niet leeren kan van waar zij het gekregen heeft, zoo moeten wij onze weetgierigheid bij de steenzoutlagen trachten te bevredigen.

„Het is zekerlijk niet waarschijnlijk, dat het zout, hetwelk slechts in wit gloeijenden toestand vlugtig is, gewacht heeft met op de aarde neder te dalen tot den tijd, dat ook het water kwam; doch wij hebben beloofd de gevolgtrekkingen onzer theorie niet uit te pluizen, maar slechts feiten te doen spreken.

„Zoeken wij die dus bij de natuurlijke steenzoutbeddingen, dan wederspreken zij alle bijna zonder uitzondering het gevoelen van den leek en van de natuuronderzoekers der oudheid. Het allermeest wederspreken zij de meening, dat, volgens eene uitdrukking van den mijnwerker, eene zoutbedding dikwijls tot in de „eeuwige diepte" loodregt naar beneden voort zou loopen en tevens slechts eene geringe vlakteuitgebreidheid zou hebben.

„En zelfs op zulke plaatsen waar het zout, zoo als in de triasformatie, tusschen andere lagen ligt, welker afkomst uit zeewater als bewezen aangenomen wordt, en waar het eene gelijke ligging

heeft als die beddingen van keupermergel, schelpenkalk en bonten zandsteen, heeft men, voor de verdampingstheorie, nog kunstmatige vooronderstellingen, die regtstreeks tegen de ordening der hedendaagsche aarde strijden, noodig, om zich zeebekkens voor te stellen, die bij verdamping groote zoutbanken zouden achterlaten, en ook om iets te vinden wat die zoutbanken zou kunnen beschermen voor oplossing, als de golven der zee er naderhand weder over heen vloeiden — en toch is het de grootste schrede voorwaarts van onze hedendaagsche geologie, dat zij de gebeurtenissen van vorige tijden slechts als evenbeelden van de tegenwoordige werken der natuur erkent.

„Als men nu vooreerst de tegenwoordige aarde en hare toestanden en verhoudingen in het algemeen, in het groot, beschouwt, dan schijnt het alsof reeds terstond een deel der vraag als van zelf beantwoordt wordt. Wij zien het feit dat bijna alle voorraadplaatsen van zout op het vaste land: bronnen, beken, meren, steppen, woestijnen enz. van het steenzout afhangen, wij vinden door scheikundige analyse, in bijna al het bronwater dat naar zee vloeit een gehalte aan keukenzout. Maar wij weten ook dat de waterdamp, die uit de zee opstijgt en de bronnen weder voeden zal, geheel vrij van zout is, en dat slechts die geringe hoeveelheid uit de zee verwijderd wordt, welke in het schuim der branding verstuift. Wij zien het dus als voor onze oogen, dat in den loop der eeuwen het zoutgehalte der zee zich vergrooten moet, en wij kunnen met regt gelooven, dat haar tegenwoordig zoutgehalte ook op dezelfde wijze in vorige tijden ontstaan is, ja wij mogen zelfs vermoeden, dat vele feiten der historische geologie van een vroeger kleiner zoutgehalte der zee afhangen.

„Mag men bovendien stellen, dat de aarde onder de zee even zoo gebouwd is als op het vaste land, dan moeten ook tallooze zoutaders, sedert duizenden van jaren, door de zee aangetast en ook in vroegere tijdperken der aarde, bij eene andere verdeeling der wateren, eveneens afgeknaagd geworden zijn, en van dezen kant beschouwd spreekt dus alles voor eene grootere oorspronkelijkheid van het steenzout.

„Wil men nu ook weten van waar het steenzout afkomstig is, dan is de wetenschappelijke weg ter bereiking van dat doel, het onderzoek van alle betrekkingen van het steenzout tot de gesteenten die er rondom heen liggen, en over welker oorsprong men het reeds lang eens is.

„Maar op dien weg werden de geologen eenigen tijd lang door hunne kunst in den steek gelaten, en bevonden zij zich in het midden van een doolhof van ongewone raadselen. De rotssoorten, waarmede de belangrijkste en meest bekende steenzoutmassaas in aanraking lagen, de alpenzandsteen en de karpathenzandsteen, konden niet volgens de gewone methode bepaald worden hoe oud zij waren. Maar eindelijk door vereenigde pogingen gelukte ook dit, en daardoor, alsmede door alle volgende waarnemingen, werd vastgesteld, dat het steenzout, wat zijn ontstaan in de aardkorst betreft, aan geene formatie gebonden is.

„Het is bekend dat de aardkorst uit talrijke boven elkander liggende lagen bestaat, die grootendeels als bezinksels erkend kunnen worden. Elke laag is bijzonder gekenschetst, hetzij door de mineralen waaruit zij bestaat, hetzij, en wel veel duidelijker, door overblijfselen van uitgestorvene geslachten van dieren en planten. Alle lagen die rustig op elkander gevolgd, na elkander gevormd werden en gelijke of eenerlei plant- of diervormen insluiten, schijnen een tijdperk van het leven der aarde aan te duiden en worden gezamenlijk eene formatie geheeten.

„Van zulke formatiën nu ligt er eene geheele reeks boven elkander, niet overal, maar naar plaats en gelegenheid; doch nooit in eene omgekeerde opvolging, maar meestal zoo, dat de steenschotsen van elke oudere formatie door die der jongeren verschoven zijn, gelijk het oude en nieuwe ijs door eb en vloed in brak water; het schijnt dus alsof er met het aanvangen van een nieuw tijdperk, telkens eene beweging in de aardkorst heeft plaats gehad.

„Eene dezer formatiën, die vooral in Duitschland over eene groote uitgestrektheid zeer ontwikkeld is, en die men thans wegens hare drie bestanddeelen de triasformatie noemt, droeg niet lang geleden nog den naam van de zoutformatie, wijl men in haar den

hoofdzetel van het steenzout meende gevonden te hebben. Het zijn die lagen waarin zoo dikwijls het steenzout door den boorder gevonden wordt, als het zich uiterlijk slechts door bronnen verraadt, wijl het tusschen de steenlagen der trias eveneens in lagen liggende en in gelijkloopende massaas gelegen is. Keuper, schelponkalk en bonte zandsteen zijn, van boven naar beneden geteld, de drie afdeelingen dezer formatie, en tusschen den schelpenkalk en de keuper is, als een lid van minder belang, de bruinkool gelegerd.

„Het engelsche steenzout tusschen de lagen keuper en bonte zandsteen, waar tusschen de schelpenkalk ontbreekt; het zwaaber steenzout in de middenste of de anhydrietlagen van den schelpenkalk; het lotharinger in de bruinkoolgroep; het steenzout van den bonten zandsteen, dat in de brunswijk-hannoversche zoutgroeven gevonden wordt, zijn bewijzen genoeg om een' ongewonen rijkdom en eene in het oog vallende regelmatige ligging te bewijzen.

„En toch heeft men den naam van zoutformatie weder laten varen, daar eene naauwkeurige waarneming leert, dat ook andere formatiën, de oudste zoowel als de jongste, rijk zijn aan zout.

„Dit alles is, wel is waar, op zich zelve genomen geen bewijs tegen het ontstaan van het zout uit zeewater, want ook zand-, leien kalksteenen, die uit de zee afstammen, worden in alle formatiën gevonden, maar die schijnbaar regelmatige ligging van het zout in den trias komt in de andere formatiën in het geheel niet voor.

„Eene ligging in bepaalde beddingen is bij het zout de doorgaande regel, en dat voorkomen vertoont het zelfs duidelijk daar, waar men de werkelijke grenzen er van, ten opzigte van de nevens liggende gesteenten, nog niet met zekerheid heeft kunnen bepalen; en daar de beddingen dikwijls tot in eene ondoorgrondelijke diepte gaan, zoo schijnt ook het zout klaarblijkelijk uit de diepte afkomstig te zijn — als men zich maar eerst eene goede voorstelling vermogt te vormen hoe het wel aan de oppervlakte gekomen is.

„Wat zich het eerst bij het zien van zulk eene ligging en verhouding aanbiedt, is zekerlijk het denkbeeld, dat het zout als

eene gloeijende lava uit de diepte opgeweld is, en toch wil dat denkbeeld ons niet bevallen, omdat wij bij het zout altijd gewoon zijn slechts aan zijne oplosbaarheid en niet aan zijne smeltbaarheid te denken.

„Maar ook schijnt een onomstootelijk feit zich tegen zulk eene opvatting te verzetten. Het zout is, zoo als bewezen is, steeds door gips vergezeld; het gips is op de meeste plaatsen zóó door het zout als heengeweven, dat het er, als 't ware, één ligchaam mede vormt, en wat zijn ontstaan betreft, onwedersprekelijk voor een tweelingbroeder van het zout, die ten zelfden tijde geboren is, moet gehouden worden. Gips echter is waterhoudende zwavelzure kalkaarde, kan niet gesmolten worden zonder zijn watergehalte te verliezen, en kan gevolgelijk ook niet met zijn watergehalte als gloeijende lava opgeborreld en naderhand uit de vurige vloeistof gekristalliseerd zijn. En wat nog meer zegt: het gips, dat veel meer voorkomt dan het steenzout, vertoont zich niet slechts in gezelschap met het laatste zoo in beddingen, maar het doorkruist ook alle formatiën der aardkorst in tallooze gangen en aders, die soms steil en scherp en onverwacht uit de aarde omhoog uitsteken.

„Waarlijk die tegenwerping is van belang, maar het is aan de rijpe ervaring en aan de wetenschap gelukt om haar tot een' even krachtigen bewijsgrond om te keeren. Het is bewezen geworden dat alle gipsgangen, hoe ver men die ook in de diepte navolgt, naar beneden — en zelfs in betrekkelijk kleine brokken naar het midden — uit watervrije zwavelzure kalkaarde, uit anhydriet bestaan; men heeft aangetoond dat de omgevingen van zulke gipsgangen met anhydrietische kernen, alle teekenen van een aanwassen, een grooter worden der massa vertoonen, wat ook gebeuren moest als werkelijk, wat slechts vermoed werd, de anhydriet door een langzaam opnemen van het water der atmospheer en der bergen, zich in gips veranderd en dus uitgezet heeft. Verder is het bewezen dat zulke anhydrietische gipsgangen die meer gebarsten of met kloven en scheuren zijn, zonder nog hunne kleur te rekenen, denzelfden typus van schikking der gesteenten dragen, welken zulke steensoorten vertoonen die men massief pleeg te noemen en

welker lava-achtigen oorsprong iedereen toestemt, en dat de laaggesteenten der aardkorst dikwijls op eene veel meer in het oog springende wijze door gipsbeddingen en gangen, dan zelfs door bazalt en trachyt verbroken zijn geworden. Ja eindelijk is het aan den voet der Pyreneën gebleken dat zulke gipsgangen, deels met massaas catalonisch steenzout, deels met serpentynsteen doorvlochten zijn, welks oorsprong uit gloeijende vloeistoffen slechts door weinigen betwijfeld wordt, en zoo loopt dus alles te zamen om ons in een gevoelen te versterken, dat des te meer op waarheid berust hoe onwilliger de geest van den mensch schijnt om het aan te nemen, en hoe meer het van de meening van het dagelijksche leven afwijkt.

„Is men echter eenmaal besloten om zulke denkbeelden als wáár aan te nemen, dan verkrijgen tallooze raadselachtige verschijnsels eene nooit vermoedde klaarheid. Dan begrijpt men hoe het steenzout de steensoorten in zijnen omtrek verandert. Dan begrijpt men dat conglomeraten en brecciën [1] van grind van de bontste zamenstelling, zoo als het Haselgebergte der Alpen, de Halda van Wieliczka en de Hallerde van Wilhelmsglück medgezellen van het zout zijn moeten. Dan bevat men het dat eene door steenzout aaneengebakkene anhydrietbreccie als een gang door den zechsteen heenloopt en tot Bex in het land van Waadt reikt. Dan houdt de verwondering op als von Humboldt ons verhaalt dat er in het steenzout van Pilluana ertsen besloten zijn, die anders slechts in ertsaders gevonden worden, en als men de trachytische porphyren der Andes door steenzoutrotsen plutonisch doorgebroken ziet. Dan, eindelijk, erkent men in het gangsgewijs en met beddingen omhoog rijzen dezer doorzigtige lava de diepliggende oorzaak welke den mensch zoet en zout water als uit eenen tooverbeker schenkt en beide digt naast elkander laat opwellen; dan ziet

[1] Conglomeraten en brecciën noemt men hoopen grind waarvan de afzonderlijke deelen òf uit ronde grindbrokken (conglomeraten) òf uit hoekige steengruisbrokken (brecciën) bestaan, met die bepaling echter dat die hoopen grind tevens als aaneengebakken (zamenbaksels) zijn. Vert.

men de mogelijkheid in, dat de vlijtige zoeker in elk land en in elke formatie nuttige zoutbeddingen zal kunnen aantreffen.

„Is die overtuiging eenmaal bij ons gevestigd, dan zal men er zich weinig om bekommeren hoe het vloeibare zout zich in den kern der aarde met andere gesmolten steenen verdraagt, of wat de oorzaak is van de afscheiding van het zout uit eene homogene massa, daar onze voorstellingen van zulke dingen toch slechts kleingeestig en onzeker zijn kunnen. Maar wij zullen al die geloofwaardige feiten, als getuigen der waarheid, met vreugde begroeten, die korsten der kraterwanden en die lava en de overige uitwerpselen der vulkanen welke de medewerking en de aanwezigheid van het zout in den nog gloeijenden vuurhaard verkondigen, ja wij zullen ons zelfs niet eens verwonderen als er bij toeval eens eene gloeijende anhydriet- of zoutgolf uit den schoot der aarde opborrelde!

„En daar nu, volgens nieuwe onderzoekingen, het zout in de gloeihitte — gelijk het water in de gewone temperatuur — op vele delfstoffen als een oplosmiddel werkt, dat bij de verkoeling de opgeloste stoffen als kristallen achterlaat en haar tevens gelegenheid geeft om hare bestanddeelen vrijelijk te doen bewegen tot het vormen van nieuwe verbindingen, of haar de uiting der keurverwantschap niet ontzegt — zoo zien wij in onzen geest het zout, als een werkzaam *agens* van vorige tijden, door de barsten en kloven der pasgevormde rotsen rondtrekken, wij zien het nog heden door de gangen en groeven van het heete, gloeijende, onderste deel der aardkorst witgloeijend rondzwerven en er in opdringen. Doch niet in onze verbeelding maar feitelijk zien wij het, in zoutbronnen, alle lagen der aardkorst doorspoelend, hier oplossend, daar vereenigend wat het vijandelijk of verwant op zijnen weg aantreft. Wij zien het in het zeewater als een bedekkend kleed de hoogten en laagten der rimpelige aarde effen maken, ontwaren zijn omloop in de sappen der frischgroene planten, voelen het met ons eigen bloed naar ons hart stroomen, en erkennen met ontzag en eerbied dat de groote moeder natuur aan het zout een' gewigtigen werkkring afgebakend en het als een der magtigste geesten der aarde opgeroepen heeft."

Wij schreven hier de ontwikkeling van het gevoelen van MEYN, over de afkomst van het zout, in haar geheel en woordelijk af, om der eenvoudige klaarheid van zijne redenering geen afbreuk te doen, en het zal daardoor voor onze lezers en lezeressen in den hoogsten graad waarschijnlijk geworden zijn, dat het zout van ouderen oorsprong is dan het zoutgehalte der zee; met andere woorden, dat het oorspronkelijk niet zouthoudende zeewater zich verbond met het zout, dat reeds vóór zijne aanwezigheid zich op of in de vaste aardkorst bevond.

De zeer gangbare theorie over de eerste wording van den aardbol, welke ook MEYN in het voorgaande huldigt, moet noodzakelijk als wáár stellen, dat de aarde gedurende een' langen tijd zich in een' veel te heeten toestand moet bevonden hebben, om te gedoogen dat druipend vloeibaar water op hare oppervlakte kon blijven bestaan, zonder als damp in de luchtzee die haar omringde, opgedreven te worden. Eerst nadat de hitte van de oppervlakte der aarde zóó ver gedaald was, dat op haar het water druipend vloeibaar kon blijven, mag men, volgens die theorie, aannemen, dat de voorwereldlijke zee op de aarde nederdaalde, over welke zij tot dien tijd als heete gasatmospheer duizenden van jaren lang gezweefd moet hebben; en als gas of damp kan zij naar de wetten der verdamping nog geen zout bevat hebben.

Volgens die wordingstheorie kan dus het zeewater niet van den beginne af zouthoudend geweest zijn; en als de plutonische afkomst van het zout, zoo als MEYN die ontwikkelt, waarheid is, dan moet men aannemen dat er even zoo wel blootliggende steenzoutbeddingen op den grond der zee aanwezig zijn, als zij op het vaste land, dat toch zoo veel kleiner van omvang is, gevonden worden. Het is dus niet moeijelijk om te begrijpen waardoor het oorspronkelijk zoete zeewater zout geworden is.

De vergelijking van de versteeningen van zeedieren uit de oudste en jongere formatiën met de hedendaagsche zee- en zoetwaterdieren, schijnt aan te toonen dat de eersten niet in zout- maar in zoetwater geleefd hebben, en C. VOGT houdt het voor zeker dat de zee eerst in de secundaire periode haar zoutgehalte verkregen heeft.

Reeds vroeger (bladz. 30) vermeldden wij dat MAURY, in zijn werk over de natuurkundige beschrijving der zee, haar zoutgehalte afleidt van het, hoezeer ook uiterst kleine, zoutgehalte van de rivieren, die steeds naar haar heenstroomen.

Hij wijdt aan „het zout van het zeewater" een bijzonder hoofdstuk, dat een schitterend bewijs oplevert van de scherpzinnigheid van den beroemden amerikaan, in het ontraadselen van de ingewikkeldste vraagstukken, betreffende de groote huishouding der natuur van onze planeet. Hij bewijst dat er aan het zoutgehalte der zee een groot aandeel in het verwekken van den omloop der zee moet toegeschreven worden. Hoe het zout zulk een' gewigtigen invloed hebben kan, begrijpen wij ligtelijk als wij bedenken dat zout water zich bij de verdamping, de verwarming en de vermenging met zoutvrij water, anders gedraagt dan zuiver water, en wel vooral omdat er door dien invloed wijzigingen in de schei- en natuurkundige verhoudingen te weeg gebragt worden, die steeds met beweging gepaard gaan. Die krachten nu werken wel onafgebroken, doch naar tijd en plaats in afwisselende of ten minste in verschillende mate op het zeewater, en daardoor moet een' aanhoudenden omloop veroorzaakt worden.

Elke rivier die in de zee uitloopt voert den eenen tijd meer, den anderen minder vaste stoffen in de zee, hetzij slechts in het water hangende of zwevende als slijkdeeltjes, hetzij, en wel grootendeels, in opgelosten toestand. Men heeft berekend dat de zee op die wijze in den loop van eene eeuw zulke groote massaas ontvangt, dat zij daardoor wel in-staat kon zijn om haren waterspiegel eenige duimen te verhoogen. Daar evenwel die verhooging niet geschiedt, zoo moet de wetenschap wel naar de redenen daarvan zoeken, die echter meestal nog niet gevonden zijn. Onder de stoffen welke de rivieren naar zee voeren, ontbreekt nooit het zout, en hoewel het zoutgehalte van rivierwater uiterst gering is en het dwaasheid schijnt om te denken dat de zee zout worden kan door dat weinige, zoo moeten wij ook weder hier, gelijk vroeger reeds, op de magt van den tijd wijzen die de kleinste grootheden en werkingen tot reusachtige sommen bijeen trekt. Naar de voorstel-

ling die MEYN ons geeft van de afkomst van het zout, kunnen wij met volle regt even groote zoutbeddingen onder de zee als op het vaste land aannemen, en wij behoeven dus niet verlegen te zijn om den oorsprong van het zeezout aan te wijzen. Maar al was die weg niet aangewezen, dan zou de verklaring van MAURY zonder twijfel daarvoor toch volkomen genoeg zijn. Gelijk wij weten verliest de zee door de uitdamping niets van de vaste stoffen die in haar water opgelost zijn, maar slechts zuiver water alleen; zij verliest dus ook geen zout, terwijl er haar sedert duizend eeuwen onafgebroken door het rivierwater zout, hoezeer ook in geringe hoeveelheden, wordt aangebragt. Eene onophoudelijke inkomst van kleine sommen, zonder eenige de minste uitgaaf, moet door verloop van tijd eene groote rekening opleveren. Men mag alzoo zeggen dat er bij de zee in het groot geschied is, wat er in het klein met elke binnenzee plaats heeft, die eene rivier opneemt zonder eenen uitloop te hebben — dus bij eene waarbij, gelijk wij van de Doode zee en de Kaspische zee zagen, aanvoer van water en afvoer daarvan door verdamping in evenwigt staan — en die daardoor noodwendig tot eene zoute zee wordt. Zoute zeeën, welke zoo zout geworden zijn, kunnen dus ook langzamerhand tot zoetwaterzeeën worden, als men haar maar een' kunstmatigen uitloop en dus afvoer van zout verschaft.

Het water der Doode zee heeft door zijn groot zoutgehalte zulk eene groote digtheid en een zoo hoog soortelijk gewigt, dat zelfs de onkundigste daarin gemakkelijk kan zwemmen. Of evenwel de 10 tot 12 mijl lange en 2 tot 3 mijl breede Doode zee, gelijk de Kaspische zee, op de gemelde wijze tot eene zoutzee geworden is, is zeer twijfelachtig, daar aan haar zuidelijk gedeelte steenzoutrotsen haren oever en gedeeltelijk ook haar bed vormen. Slechts het naauwkeurigste onderzoek van de geognostische verhouding dier steenzoutrotsen tot de gesteenten welke er aan grenzen, kan het uitmaken of wij hier in den zin van MEYN waarlijk plutonisch of zoogenaamd eruptief steenzout zien, door welks oplossing het water zout geworden is, dan wel of dat zout der zee werkelijk, naar de zienswijze van MAURY, gehouden moet worden door achterblijving uit

het verdampende water ontstaan te zijn. Om nog even het denkbeeld van die wording der Doode zee tot eene zoutzee door uitdamping vast te houden, moeten wij daarop nog opmerkzaam maken dat er aan hare oppervlakte, die in een door hooge rotsen omringd, van het noorden naar het zuiden loopend dal ligt, door de tropische zon eene buitengewoon sterke uitdamping plaats heeft.

Dat het zeewater geenszins keukenzout alleen maar ook andere zouten bevat, is reeds vroeger (bladz. 30) gezegd. Gezamenlijk vormen zij een zoogenaamd ruwzoutgehalte van vrij naauwkeurig $3^1/_2$ procent. Door dat gehalte wordt het zeewater een 27 tot 29 duizendste zwaarder dan gewoon water, en 1000 kubiek duim zeewater wegen dus even veel als 1027 tot 1029 kubiek duim zuiver water. Dit gehalte is, wel is waar, niet in alle deelen der wereldzee volkomen hetzelfde, maar het verschil is toch zeer gering, zoo als reeds uit de bovenstaande opgave blijkt. Dat verschil wordt veroorzaakt door den meerderen of minderen toevoer van zoet water of van regen, door den graad der verdamping, of ook door ijsvorming, van welke wij reeds weten dat zij het grootste gedeelte van het zout uit het bevriezende water doet wijken, en dus het onbevrozen blijvende zouter doet worden. Aan beide zijden van den aequator, waar de verdamping het sterkste is, heeft de zee een weinig grooter zoutgehalte. De Middellandsche zee is zouter dan de Oostzee, welke laatste grootere rivieren opneemt dan de eerste.

De overige stoffen die nevens het keukenzout in zeewater opgelost zich bevinden, zijn zoutzure en zwavelzure magnesia en gips. Zij verhouden zich tot het zout zóó dat er op honderd pond ruw zout — hetgeen na de verdamping van zeewater achterblijft — 6 pond zwavelzure en 8 pond zoutzure magnesia en 5 pond gips of zwavelzure kalk komen, 80 pond is keukenzout en wat er dan nog overblijft, zijn de vroeger opgesomde stoffen (bladz. 30). Van deze zijn bromium en jodium bijzonder belangrijk, voornamelijk in de photographie en daguerrotypie. Beide komen echter in zoo geringe hoeveelheid voor, dat het jodium in het geheel niet onmiddellijk uit zeewater verkregen kan worden, maar uit zeewier, dat

het uit het water opneemt, bereid moet worden. Bromium verkrijgt men uit de moederloog van zoutketels.

Dat bestendige keukenzoutgehalte van het zeewater, waardoor dit op vele plaatsen eene onuitputtelijke voorraadschuur van zout wordt, geeft ons aanleiding om reeds in dit hoofdstuk en niet eerst in het volgende, over het nut van het keukenzout te spreken, waarvan de belangrijkheid zoo groot is, dat het met het water en de lucht op eene rij geplaatst moet worden. En toch, of misschien wel juist daarom, laat men veelal na om over die groote belangrijkheid van het zout na te denken, veel minder nog zich volkomen duidelijk te maken, welk eene volstrekte behoefte het zout voor ons is, terwijl wij toch in elken lepel soep zijne aanwezigheid proeven, of ook wel knorren als men vergeten heeft om het zoutvat op tafel te brengen. Slechts de arme gevoelt de waarde van het zout. Zoodra echter de uitgaaf voor die onontbeerlijke spijs geene opoffering meer is, denkt niemand meer aan die onmisbaarheid van het zout, en er behoort de bewustheid toe van wat het is geen zout te kunnen krijgen, om medelijden te hebben met die er gebrek aan hebben, en om het vreeselijke der belasting op het zout te gevoelen: immers zij is inderdaad hetzelfde wat eene belasting op de lucht of op het water zijn zoude. Het is waar, in het zegel op de dagbladen, wordt ook de vrijheid van spreken belast!

Ouder dan de scheikunde, die het zout als nooit ontbrekend bestanddeel van ons ligchaam aantoont, is de ondervinding van het groote belang van het zout voor het leven; zij spreekt in het oude volksrijmpje:

„Zout en brood
Maakt de wangen rood,"

en dergelijke. De fraaiste phrasen en de geestigste gezegden heeft men sedert de klassieke oudheid, waarin men de welsprekendheid op hoogeren prijs stelde dan in onze dagen, „attisch zout" geheeten, en „ongezouten" noemt men eene rede, waaruit de hoorder geen nuttig voedsel voor zijnen geest kan verkrijgen. Wij zien het

zout dikwijls eene rol spelen in de zeden en gebruiken van volkeren, die de banden der natuur nog niet geheel en al verbroken hebben.

En toch is het volk er nog verre af om het zout over het algemeen voor iets meer dan eene aangename en welsmakende toespijs te houden, die door de gewoonte onontbeerlijk geworden is; om in het zout een niet te missen voedsel te erkennen, dat men zich zonder nadeel voor gezondheid en leven niet onthouden mag. Het zout is het eenige voedsel, dat wij onmiddellijk uit het delfstoffenrijk, uit de groote rij der anorganische stoffen ontleenen, en dat wij allen, arm en rijk, in eene hoeveelheid, niet geëvenredigd naar onze middelen of naar ons believen, gebruiken moeten, maar naar de behoefte van ons ligchaam ons met onweêrstaanbare strengheid voorschrijft. De arme mag geen korreltje zout minder hebben dan de rijke, als hij zoo gezond wil blijven als deze. Voor korten tijd bediende zich een doortrapte cipier, als dwangmiddel, van het onthouden van zout, en men heeft hem dit moeten verbieden, wijl dat onzinnige, wij willen hopen onwetend ingrijpen in de wetten des levens, van zeer nadeelige gevolgen voor de gevangenen was. Daarom is de spreuk *in sale salus* (heil is in het zout) meer dan een woordenspel — het is eene groote, ernstige waarheid, eene bittere waarheid met het oog op den arme, die zijne behoefte aan zout even duur betalen moet als de rijke. Maar de behoefte aan zout is niet slechts naar den kant van de minste hoeveelheid naauwkeurig afgebakend, ook aan dien van de grootste is zij dat. Niemand nuttigt eene noemenswaardige hoeveelheid zout meer dan hij behoeft, zonder schadelijke gevolgen, evenmin als hij zonder nadeelige uitwerking minder zout gebruikt dan hij noodig heeft. Daardoor bezit het zout het zeer eigenaardige, dat het boven alle andere voedsels, omdat het zoo algemeen gebruikt moet worden, het eenige voedsel is, welks verbruik men over de geheele aarde terstond zal kunnen berekenen, zoodra het ware middengetal van de menschen bekend zal zijn geworden.

Beschaafde staten hebben dit met onbeschaafden gemeen dat zij,

gebruik makende van de onmisbaarheid van het zout, daaruit een dwangmiddel maken om het volk te besturen. Dr. BARTH verhaalt dat in het land Ahir het opperhoofd EN-NUR slechts daardoor zoo magtig is, omdat hij „de groote zoutkoopman" is en jaarlijks met 2000 tot 3000 kameelen naar Zinder trekt, om voor zout slaven en koopwaren uit Soudan in te ruilen. Staten, welke geen zout hebben, zijn anderen die dit voorregt bezitten, schatpligtig, ja meer dan dat, zij zijn er van afhankelijk op eene wijze die gevaarlijk worden kan. Was het keukenzout in plaats van algemeen verspreid te zijn, slechts op weinige punten der aarde opgehoopt en dan tevens — wat zekerlijk niet te stellen is — de behoefte aan zout zoo algemeen dringend als thans, dan zouden die plaatsen tevens de steunpunten zijn van de grootste politieke magt. Maar die algemeene behoefte aan zout zou dan reeds daarom niet aan te nemen zijn, wijl het menschelijke en dierlijke ligchaam zich dan anders en met andere behoeften had moeten ontwikkelen; want het is eene kluchtige teleologische omkeering van oorzaken en gevolgen, te gelooven, dat het zout dáárom zoo algemeen verspreid is, omdat het eene algemeene behoefte moet bevredigen, terwijl het, juist omgekeerd, slechts door zijne algemeene verspreiding tot eene algemeene behoefte geworden is voor het ligchaam, dat uit de stoffen die voorhanden waren opgebouwd is.

Het is hier de plaats niet om tot in bijzonderheden na te gaan, welke rol het zout bij den opbouw en de dagelijksche vernieuwing van ons ligchaam speelt. Wij merken slechts aan, dat het in alle deelen van ons ligchaam, voornamelijk in het bloed en het kraakbeen, nooit ontbreekt; dat het de scheikundige processen, welke men de spijsvertering noemt, ondersteunt, vooral omdat het de eiwitachtige en vetvormende voedsels meer oplosbaar maakt. Doch niet slechts is het op de gezegde wijze een middel dat weder uitgescheiden wordt, hetzij met de onverteerbare stoffen of met die welke door de vernieuwing der weefsels onbruikbaar geworden zijn — een gedeelte van het zout gaat ook eene verbinding met andere stoffen aan, om de vloeibare en vaste bestanddeelen van ons ligchaam te vormen, en het is dus eene

bouwstof voor ons ligchaam, een voedsel in den waren zin van het woord.

Als wij het gemiddelde gewigt van een gezond mensch op 150 pond stellen, dan is daarbij 1 pond keukenzout. De dagelijksche uitscheidingen, dooreengenomen op 25 lood gerekend, ontvoeren daarvan 1 lood zout, dat de mensch dagelijks door de voeding vergoeden moet, deels door het opzettelijk als toespijs in zijne spijzen te doen, deels door het zoutgehalte dat die stoffen uit haar zelve bezitten. De mensch verbruikt dus ongeveer 1 pond zout in de maand, en jaarlijks 12 pond. Dit gewigt, dat eerst door de nieuwere wetenschap zoo naauwkeurig berekend is, komt in het oog vallend overeen met de praktische ondervinding. Twaalf pond rekent men sedert oude tijden als de gemiddelde behoefte per hoofd, en volgens Meyn is 12 pond de voorgeschrevene hoeveelheid die elk onderdaan aan de pruissische tollinie gedwongen koopen moet, opdat de tolontvanger zeker zij dat men zich niet elders, door smokkelen, van zoutvoorraad voorziet.

Even belangrijk is ook het zout voor vele dieren, vooral voor de zoogdieren die ons het meeste nut opleveren. Het zoutgrage hert heeft reeds menige verborgene zoutbron verraden, en de zorgvuldige eigenaar van hertekampen verzuimt daarom niet om zoutlikken op te rigten. De belasting op het zout grijpt dubbel in onze levens-oeconomie in, daar zij het voederen met zout van ons slagtvee bemoeijelijkt en daardoor onze vleeschspijs slechter maakt. De beroemde hamburger osseribben worden op de sappige, zoutrijke kleigronden, de marsch, van Eiderstedt gekweekt. Voor korten tijd klaagde men in de dagbladen over de merkbare vermindering van het gemeste slagtvee, veroorzaakt door de hooge zoutprijzen, welke ongunstig op de stalvoedering met zout werkten.

Terwijl dus het zout als voedsel onmiddellijk en als veevoeder middellijk van het grootste belang is, zijn invloed op de industrie is niet minder groot, en het neemt met ijzer en zwavel ontwijfelbaar de eerste plaats onder de ruwe grondstoffen in. Het opheffen van de zoutbelasting zou zonder twijfel aan vele fabrieken en handwerken eene groote uitbreiding verschaffen. Het is eene

afschuwelijke gewoonte, dat men niet alleen het zout, dat in de fabrieken gebruikt wordt, goedkooper verkoopt dan wat tot huishoudelijk gebruik dienen moet, maar ook dat men het, om het niet „bedriegelijk” tot spijs te kunnen „misbruiken,” in vele gevallen met opzet voor dat gebruik ongeschikt maakt.

Een helder inzigt te verkrijgen in het in elkander grijpen van de afzonderlijke deelen en stoffen der handwerksnijverheid, die toch ten spijt van tollen en belasting het hoofd opsteekt, is voor den denkenden mensch een groot genot. Honderd maal ontmoet hij bij die studie het keukenzout, en voor hem met des te grooter verrassing hoe minder kennis hij aan de wegen heeft waar langs de hand der wetenschap de ruwe grondstof door de fabrieken leidt. Soda, sal ammoniac, chloor, zoutzuur, glauberzout, industriëele magten die aan iedereen ten minste bij naam bekend zijn, hebben wij meer of min onmiddellijk aan het zout te danken, dat zijn magtigen invloed op andere stoffen gemakkelijk en gewillig in alle drie agregatietoestanden uitoefent.

Deze heerlijke stof, in zulk eene onuitputtelijke hoeveelheid in de zee voorhanden, verkrijgt een' nieuwen glans in de oogen van hem die in de natuur, welke hem omringt, eenheid en zamenhang op één punt gevonden heeft, en daarna, door gezette studie, zulke punten in getal ziet vermeerderen, gelijk de sterren aan den hemel schijnen te vermeerderen hoe langer en oplettender men er naar ziet.

Wij treffen het zout in de tweede helft van dit hoofdstuk nog eenmaal aan, als wij, onder de wateren van het vaste land, de zoutbronnen ontmoeten zullen, aan welker randen en ondiep liggenden bodem de verdamping, door de heete zonnestralen verwekt, onmetelijke hoeveelheden zout bereidt, terwijl de warmte van het gematigde klimaat door dure en schrandere inrigtingen, zoo als van zoutziederijen en gradeerwerken, ondersteund moet worden. Reeds aan de zuidkust van ons werelddeel behoeft de zon die hulp niet meer, en het is voldoende haar in eene ondiepe lagune eenige druppelen der zee voor te zetten, om te zien hoe zij het water als onzigtbaren damp opdrinkt, maar het zout laat liggen.

Zonder de warmte zou de zee eene trage, eeuwig rustende massa zijn, boven welke, even traag, de luchtzee hangen zou. Gelijk de warmte als levenwekkende geest het wereldruim doordringt, zoo is zij tegenwoordig ook in de rijen der natuurkundigen doorgedrongen, die hare geheimen door schrander uitgedachte toestellen en proeven trachten op het spoor te komen. Wij hebben reeds vroeger gezien (zie bladz. 41) dat het denkbeeld, dat de warmte eene stof is, steeds meer en meer zijne aanhangers verliest, en niet lang geleden is er eene zeer heldere populaire behandeling dezer belangrijke vraag in het licht gekomen, welke de stoffelijke opvatting volkomen verwerpt [1].

Op het vaste land ondergaat de temperatuur, onafhankelijk van de wisseling der jaargetijden en der tijden van den dag, toch op eene en dezelfde plaats groote afwisselingen. Wij spreken niet slechts van koele zomers en zachte winters, maar ook van enkele bijzonder heete of koude weken of dagen. Wij hebben in een vorig hoofdstuk de oorzaken van zulk eene afwisseling der temperatuur leeren kennen, en herinneren ons thans daaraan. Doch nevens die onregelmatige wisselingen der temperatuur is er, naar dat de tijden van den dag veranderen, ook eene regelmatige dagelijksche afwisseling. Wij herinneren aan de regelmatig opstekende koele zeewinden, 's avonds in plaatsen nabij het zeestrand. Onder den aequator bedraagt bij het zeewater het verschil in warmte op eenen dag hoogstens 1 tot 2°, terwijl het daar op het vaste land 5 tot 6° bedraagt. In de gematigde zone is het dagelijksche onderscheid van de zee 2 tot 3°, en op het land kan het, gelijk wij weten, soms wel 12 tot 15° bedragen.

Het laagste warmtepunt van den dag wordt op het vaste land even vóór zonsopgang waargenomen, terwijl het op zee iets nader bij den middag is. De zee kan slechts zulke temperatuurverschillen gevoelen, welke van den afwisselenden stand der zon afhangen, wijl bij haar al die oorzaken niet aanwezig zijn, welke

---

[1] R. Clausius, *Ueber das Wesen der Wärme, verglichen mit Licht und Schall.* Eene akademische voordragt, uitgegeven te Zurich, bij Meyer en Zeller, in 1857.

op het land de ongeregelde temperatuur verwekken. Als wij lezen dat een schip ergens, onverschillig waar, de linie gepasseerd is, dan weten wij van zelf, dat het daar de hoogste hitte der zon moet verdragen hebben. Maar als wij hooren dat een land of eene stad onder de linie ligt, dan wordt eene dergelijke vooronderstelling bij ons tegengehouden, door de overweging dat op het vaste land niet slechts de breedtegraad alleen, maar ook tevens de hoogteligging boven de zee, de gemiddelde temperatuur verwekt.

En toch is de temperatuur van zeker punt der zee niet van die geographische ligging alleen afhankelijk, want wij weten dat de stroomen der zee daarop wel degelijk invloed hebben. Op die zeestroomen komen wij, bij het slot van de eerste helft van dit hoofdstuk, nog eenmaal terug, gelijk wij vroeger reeds den golfstroom onze aandacht wijdden, toen wij „den invloed van het water op het klimaat" behandelden.

Maar binnen den kring van plaatselijke verhoudingen, en dus ook binnen de grenzen van een' voortdurenden zeestroom, blijft de temperatuur van het zeewater in het oog vallend overal gelijk.

De oppervlakte der zee wordt door de zon alleen onmiddellijk verwarmd, met deze bepaling echter dat zeer dikwijls de warmte, die de zon aan eene plaats der zee schenkt, door strooming naar eene andere plaats overgebragt wordt. Kunnen hooge zeebreedten aan warme luchtstroomen slechts weinig warmte mededeelen, omdat het water een slechte warmteleider is, even min kunnen de zwakke vulkanische verhittingen van het zeewater in aanmerking komen, vooral omdat zij slechts tot kleine punten beperkt zijn, hoezeer het waar is dat zij somtijds daar het water tot op kookhitte verwarmen.

Die zich altijd gelijkblijvende temperatuur van het zeewater bragt den grooten Arago op het grootsche denkbeeld, dat er in de zee, als 't ware, een maatstaf te vinden is om eene mogelijke verandering in den toestand der zon, als bron van warmte, te meten. Zulk eene verandering moest zich, naar hij meende, in de verandering van de temperatuur der zee afspiegelen, terwijl men die

niet zoo goed gewaar zou kunnen worden in het klimaat van het vaste land, dat aan zoo vele andere voorwaarden van warmte onderworpen is.

Het is wederom de Atlantische oceaan, de brug tusschen de beide beschaafde vaste landen, van welken de warmteverhouding het naauwkeurigst bekend is, en het zijn ook wederom de amerikanen die in den laatsten tijd hierin het meeste verrigt hebben.

De afwisselende verwarming van het zeewater naar de jaargetijden oefent een' opmerkelijken invloed uit op de grenslijnen der zeestroomen. Als het water van de noordelijke helft van den Atlantischen oceaan tot in September sterk verwarmd is geworden, dan reikt de noordelijke grens van den golfstroom verder noordwaarts heen dan na Maart, omdat van September tot Maart de zon op die breedten lager staat. Men kan dus, om ons van een beeld van Maury te bedienen, de golfstroom met eene haarlok vergelijken, die tusschen Florida en de Bahama-eilanden ingeklemd, van daar naar het noordoosten los uitfladdert, en daarbij naar de jaargetijden, nu meer dan minder noordwaarts gedreven wordt, terwijl hij als tusschen randen van koud water voortstroomt.

De hoogste warmtegraad heeft dit gedeelte der zee in September, de laagste in Maart. De warmte van het noordwesten van Europa zou na den langsten dag veel sneller afnemen dan het geval is, als dit niet door het toenemen van de warmte der zee door den golfstroom, tot in September, verhinderd werd.

De lijn der hoogste warmte valt, voor den Atlantischen oceaan, niet met den aequator te zamen. Zij begint in de golf van Guinea, aan de westkust van Afrika, eenige graden ten noorden van den aequator, gaat over den oceaan naar den mond der Amazone, langs de amerikaansche kust, door de Caraïbische zee noordwaarts tot op de hoogte van de golf van Mexiko — de kreeftskeerkring dus verscheidene graden overschrijdende — waar zij zich in eene kromme lijn naar het zuiden ombuigt en in de baai van Campêche het land raakt. Van daar zet zich die lijn op de westkust van midden-Amerika eerst veel verder, ten zuiden van de baai van Panama, weder voort, waar zij in het begin door den kouden

peruaanschen kuststroom naar het noorden opgeschoven wordt, maar dan evenwel weder parallel met den aequator verder gaat. In den loop dezer lijn vertoont zich aan de kusten van midden-Amerika duidelijk den invloed der warmteuitstraling van het vaste land. Op deze lijn wisselt de temperatuur van het zeewater af tusschen 27 en 32° R.

In de tropische zone wordt het water nooit zoo warm als de lucht die er boven zweeft, terwijl integendeel de Poolzee gewoonlijk warmer is dan de lucht boven haar. Zelfs op 80° N.B. vond men het water nooit op of onder 0°, maar bijna altijd op of boven + 4° R.

In de rigting naar den aequator neemt, in het algemeen, de warmte van het water naar de diepte af, en in die naar de polen juist het omgekeerde. De koude der diepere lagen van de tropische zee hangt niet af van de nachtelijke afkoeling, maar van een' onderstroom van koud water die van de polen afkomt, wijl men b. v. in de Middellandsche zee, waar die koude poolstroom niet indringen kan, in de diepte geenszins eene zoo lage temperatuur vindt als in de heete zone waar zij tot op + 4° R. daalt.

Er bestaat echter nog een groot onderscheid tusschen de verschillende opgaven van de oppervlakte- en de diepte-temperatuur der poolzeeën, dat thans nog niet uit den weg geruimd is, en misschien wel ontstaan is door stroomen van verschillende warmte, die over elkander heenkruisen.

Wij weten dat het zoete water bij + 4° R. het digtst en dus het zwaarst is, en ten gevolge daarvan in den winter zoo lang van de oppervlakte naar beneden zinkt tot de geheele massa water op dat warmtepunt gekomen is, waarna eerst aan de oppervlakte de verdere verkoeling en het bevriezen aanvangen kan. Bij het zeewater is echter het vriespunt ook nog van zijn zoutgehalte, dat zijne meerdere digtheid te weeg brengt, afhankelijk. Het bevriest nog niet op — 0° R. maar eerst op lagere warmtegraden, al naar dat het zout is, gewoonlijk op — 1½ tot 2° R., en daar er bij het bevriezen, zoo als wij reeds op bladz. 11 zagen, het zout uit het bevriezende water afgescheiden wordt, zoo wordt daardoor het

in den omtrek overblijvende steeds des te zouter, en dus telkens eene grootere koude gevorderd om het te doen bevriezen. Eene verzadigde zoutoplossing bevriest eerst op — $11^1/_2{}^\circ$ R.

Wel maakt de koude de pool tot een onherbergzaam gebied, waarin het vlocibare kwikzilver tot een vast en hamerbaar ligchaam verstijft, maar zij verandert haar ook tot een tooverland, waar het verwonderde oog in werkelijkheid bergen van kristal ziet, die met de kleuren van den regenboog schitteren, terwijl de zon daar het ondergaan vergeet en zes maanden lang aan den horizont rondloopt.

De koude maakt ook de Poolzee tot den hardsten toetssteen voor den moed des zeemans. Hij stuurt zijne kiel in een water waar rondom hem drijvende ijsvelden en ijsbergen vermorseld worden alsof het dunne schotsen waren; hij wacht met moed en geduld maanden lang op bevrijding uit die banden van onafzienbare ijsvlakten; geen zoel togtje versnelt den loop van zijn verstijfd bloed, en geen groen blaadje verkwikt zijn oog, dat verblind is door de sneeuw.

De schildering van kapt. M'Clure, de ontdekker van de noordwestdoorvaart, geeft een denkbeeld van de duizende gevaren die in duizend gedaanten onophoudelijk rondom het schip zweven: maar die gedaanten zijn zoo wonderbaar en schoon, dat nevens de immer waakzame zorg voor eigen behoud, toch ook eene sprakelooze verbazing den zeeman aangrijpt. De tyfoon, het schrikbeeld der oostindievaarders, is niets bij eenen storm in de IJszee, welken het schip in het woedende strijdperk slingert; waar ijsschotsen in woesten dwarrel door elkander tuimelen, en, als zij elkander treffen, in duizend stukken versplinteren; waar uren lange ijsvelden zich, door de bruischende golven omhoog geheven, tot bergen opstapelen, en hier vanéén berstende en ginds weêr op elkander schuivende, in dat ijzingwekkende spel kanalen openen en sluiten. En ziet, te midden van dien strijd zwerft de mensch op een stuk hout om „wetenschap te verzamelen!" En in die schets ontbreken nog altijd de hoofdfiguren, de trotsche ijsbergen die niet in de opene Poolzee ontstaan, die hunne koude naar zuidelijker breedten

dragen, waar de zonnestralen en de warme golfstroom aan hunne ingewanden knagen en hen doen barsten en splijten, zoodat zij met een vreesselijk gedruisch instorten en alles met zich naar de diepte sleuren, wat zich in hunne onheilspellende nabijheid bevindt.

Die grijsachtig witte, poreuze schotsen welke soms honderde vierkante mijlen groot zijn, en, hare voorwaartsche beweging voor het kortzigtige oog des zeemans verbergende, hem schijnen uit te noodigen om bij haar, als bij een vast land, het anker uit te werpen, zijn niets anders dan drijfijs in de grootste afmeting; terwijl de ijsbergen voortbrengselen zijn van zoet water, gevormd op de kust van het vaste land der pool, waarvan zij zich afscheurden. Als zulke ijsbergen, die bijna altijd in de grootste helderheid en zuiverheid schitteren, tot 200 voet boven den waterspiegel uitsteken, dan dompelen zij het viermaal zooveel en meer loodregt in de diepte, onder water, zoodat zij, op het drooge geplaatst, bergen zouden zijn van meer dan duizend voeten hoog. En toch is zulk een ijsberg, als men hem op zuidelijke breedten aantreft, wanneer hij misschien reeds menigen kamp met zijne gelijken doorgestaan heeft, niets meer dan een splinter, dan een klein gedeelte zijner oorspronkelijke grootte, met welke hij zich van het vaste land losscheurde, om dáár heen te trekken waar hem eene zekere vernietiging wacht. Waarlijk, de stoutste verbeelding kan de grootheid der natuur niet bevatten die ijsklompen van 1000 millioen kubiek ellen inhoud, voortbrengt en voortstuwt.

Volgens de waarnemingen van den deenschen reiziger Rink zouden het niet de eigenlijke bergijsstroomen die met hun einde tot in de zee opschuiven, zijn, waardoor deze ijsbergen gevormd worden, maar zouden zij meer ontstaan ten gevolge van eene algemeene, ontzettende verijzing van groote massaas vast land, te weeg gebragt door atmospherisch, nedervallend water, en zou het ijs, dat daardoor gevormd wordt, ten minste in structuur eenigzins op het bergijs der Alpen gelijken. Rink vergelijkt zulke verijsde vlakten niet ongepast bij ijsstroomen, en heeft er tusschen den 69 en 73° N.B. aan de westkust van Groenland omstreeks dertig aan-

getroffen. Van vijf dier ijsstroomen gelooft hij dat zij de geboorteplaatsen zijn van bijna alle ijsbergen, die van daar naar het zuiden drijven. Zulke ijsstroomen, die wel beschouwd in hun wezen niet veel van het echte bergijs kunnen verschillen, loopen uit in fjörden, binnen welke zich de ijsbergen tot in den zomer verzamelen, om dan eerst met hunnen reistogt te kunnen aanvangen als de warmte de drijfijsvelden, die vóór de fjörden liggen, geopend heeft. Te oordeelen naar eene beschrijving van de afscheiding dier vreesselijke ijsmassaas van het vaste land, welke Otto Ule, volgens Rink, in het tijdschrift *die Natur* gegeven heeft, schijnt de magt, waardoor de ijsbergen afgescheiden worden, niet zoo zeer de zwaarte te zijn van het einde van den ijsstroom, dat in de zee opgeschoven wordt en dus zijne vaste onderlaag verliest, als wel veeleer zijne ligtheid, dat is zijne geringere zwaarte dan die van het water. Het is bekend dat er zekere kracht noodig is om een ligchaam dat ligter dan water is, onder water te dompelen, b. v. eene kurk, eene blaas met lucht gevuld, of een ledig bierglas, en dat zulke dingen terstond met kracht weder naar den waterspiegel rijzen, ja zelfs daar nog een weinig boven uit stijgen, als men hen onder water loslaat. Ook is het bekend dat het ijs ligter is dan water, en vooral is dit het geval met het zoetwaterijs en het zoute zeewater waarover wij hier handelen. Stellen wij ons voor dat het uiteinde van den ijsstroom, in de hellende rigting van zijne landbaan, vrij in het zeewater opsteekt en ten gevolge van die afhellende rigting misschien honderd en meer voet ondergedompeld is, dan moet die ijsmassa voortdurend pogingen doen om naar boven te stijgen, daar zij soortelijk veel ligter dan water is, terwijl zij in dat streven slechts verhinderd wordt door haren zamenhang met het overige van den ijsstroom. Hoe grooter nu dat ondergedokene gedeelte van den afschuivenden ijsstroom wordt, des te dieper duikt het van voren in de zee én des te sterker wordt zijn streven om naar de oppervlakte te geraken. Dat streven alleen zou het evenwel niet kunnen losmaken, maar er komen waarschijnlijk nog andere toevallige omstandigheden bij, zoo als kloven, barsten, poreuze

strooken enz. De eerste beweging van de losgebrokene ijsmassa moet natuurlijk een naar boven springen zijn, ongetwijfeld vele voeten hooger dan de lijn waarmede zij later als ijsberg op den waterspiegel drijft. Op dat opspringen volgt, als tweede schrede, een naar beneden terug vallen, en dan eene afwisseling van die beide bewegingen, tot dat het ijs in evenwigt gekomen is om te kunnen drijven. Die geboorte van eenen ijsberg, welke de groenlander ook uit dat oogpunt beschouwt en het „kalven der ijsvelden” noemt, moet eene hevige beweging van de zee veroorzaken, en daar die gebeurtenis meestal in bogten en inhammen zal plaats hebben, zoo moet die op en neêr dansende ijsberg van vele millioenen kubiekellen inhoud daar een vreesselijken golfslag voortbrengen, eene beweging en een golfslag waardoor de hevigste botsingen ontstaan moeten tusschen de ijsbergen, die reeds in de fjord drijven en de massaas landijs, die op het punt zijn om afgebroken te worden. Natuurlijk rijzen zulke ijsbergen steeds hooger boven den waterspiegel uit dan vroeger, toen zij door den zamenhang met het landijs geweldadig onder water gehouden werden, tegen de wet der soortelijke zwaarte in. Maar in elk geval is dat gedeelte van een’ ijsberg dat onder water is altijd grooter, zoo ook niet altijd juist hooger, dan wat boven water uitsteekt. Het onder water gedompelde, dat wij zijn voet noemen, kan òf meer loodregt naar beneden loopen, òf wel meer in de horizontale rigting uitgespreid zijn, en daardoor is een schip dat een ijsberg, zelfs op vrij grooten afstand, voorbijzeilt, toch altijd in gevaar om tegen den breeden, platten voet die onder water is aan te stooten.

Vroeger hebben wij reeds gezegd dat benedenstroomen der zee zich dikwijls van den voet der ijsbergen meester maken en hen zoo, tegen zwakkere, oppervlakkige stroomen in, voort doen drijven. Dit geschiedt, naar de berigten van eenen reiziger van den laatsten tijd, dikwijls met zoo veel kracht dat de ijsbergen zich somtijds met geweld, gelijk het ploegijzer door de harde kluit, een weg banen door groote drijfijsvelden heen, die langzaam in eene tegenovergestelde rigting drijven.

Het is gemakkelijk te begrijpen dat de ijsbergen op hunnen

PL. VI.



Lith. v. Emrik & Binger Haarl.

Vlottende ijsbergen in de Poolzee.

togt naar het zuiden niet blijven zoo als zij in hun begin waren. De afsmelting moet natuurlijk de lijn tusschen het boven- en onderdrijvende gedeelte voortdurend veranderen, ten minste als het smelten boven en onder water niet even snel toegaat, wat wel zeldzaam het geval zal zijn. Als de massa van den voet door warme stroomen, door schuren over ondiepten, door botsingen tegen andere ijsbergen enz. meer vermindert dan het bovenste gedeelte door smelting, dan moet het evenwigt tusschen beide verbroken worden en de ijsberg een' hellenden stand aannemen, of ook wel geheel en al ombuitelen, wat door zulke geweldige massaas eene hevige beroering van het omringende water verwekken moet.

Als eene bijzondere gedaante van den ijsberg toevallig met eene voldoende warmte der lucht of met regenvlagen zamenloopt, dan ziet men soms vrij groote watervallen van den top van eenen ijsberg naar beneden storten. In het reeds meer dan eens gemelde werk van Dr. ELISHA KENT KANE, *Arctic explorations*, zijn er als slotdecoratie van een hoofdstuk verscheidene bijzonder wonderlijke vormen van ijsbergen afgebeeld, en onder anderen ook de afbeelding van een' grooten ijsberg op het oogenblik dat hij nabij het schip in stukken breekt en ineenvalt.

De nevensstaande plaat is uit hetzelfde werk ontleend.

Wij weten waarom het ijs der ijsbergen zoet smeltwater geeft, en eveneens weten wij ook dat het zeewaterijs bijna geheel zoutvrij is, zoodat er dus in die onherbergzame oorden ten minste geen gebrek is aan drinkwater. Aan den anderen kant dient het zoutgehalte van het zeewater om te beletten dat de winter aan de pool nog kouder wordt dan hij reeds is, want als het zeewater zoet was dan zou het spoediger en over eene grootere uitgestrektheid met een ijsdek overtrokken worden, iets dat ten gevolge van het zoutgehalte minder snel en eerst bij eenige meerdere graden koude geschieden kan.

Door het bezigtigen van zeestukken, die men op bijna alle tentoonstellingen van schilderijen ruimschoots ziet, is het ons reeds

bekend, dat de kleur van de zee niet overal gelijk is. Daarbij komt ook nog dat het verschil in het vallen der lichtstralen op de oppervlakte en in den hoek onder welken onze blik daarover zweeft, eenigen invloed op de kleur van den zeespiegel heeft. De uitwerking van de diepte van den bodem der zee bespeurden wij reeds uit de benaming „het blaauwe water” die de zeeman aan het water boven groote diepten geeft. En waarlijk, op vele plaatsen van de spaansche en fransche kust moet men den naam „blaauw” zonder voorbehoud op de kleur der zee toepassen, waartoe men anders, uit vrees voor overdrijving, huiverig zou zijn, daar men algemeen het bekende „zeegroen” voor de overal geldende kleur van het zeewater houdt. Te Marseille zag ik de Middellandsche zee, welker schoone kleur genoeg bekend is, duidelijk indigo van kleur. Lichter blaauw was zij in de golf van Triëst, waar men van den lantaren der lichtbaak af, zeer duidelijk scherp afgeteekende kleurstrepen waarneemt, die er uitzien als voetpaden welke over eene weide loopen. Aan breede, vlakke stranden geven de wieren hunne kleur aan het water. Daar vele wieren gezellig wassen en dikwijls eene enkele soort groote streken van den bodem der zee bedekt, zoo geeft het groenachtige bruin, dat aan vele wieren eigen is, aan het daar boven liggende zeewater eene bruinachtige, er doorheen schijnende kleur.

De blaauwe kleur van het zeewater is overigens slechts dan te bespeuren als men het in eene groote massa bijeen ziet, want op een vlak, zandig strand of tusschen rotsklippen van den oever is het voor ons oog even klaar en kleurloos als het zuiverste bronwater ons voorkomt. Zelfs op diepten van meer dan 100 voet herkent men, als de zee stil is, niet slechts de vormen maar ook de kleuren van de dieren en planten die zich op den grond bevinden, zoo duidelijk en zuiver dat men, zoo als b. v. Quatrefages van de siciliaansche kust zegt, zich zeer in de bepaling van de ware diepte vergist. „Door die wonderbare doorzigtigheid bedrogen,” zegt hij, „gebeurde het mij meer dan eens dat ik een zeedier grijpen wilde, dat slechts eenige duimen beneden de oppervlakte scheen te zwemmen.” Hij voegt er bij dat dan de boots-

man lagchend zijn' wensch vervulde, door een netje, dat aan eene lange staaf bevestigd was, in het water te steken. Doch ook niet zelden veroorzaakt de doorzigtigheid en kleurloosheid van het zeewater eene tegenovergestelde uitwerking. Die over den rand van de boot in de kalme diepte ziet, welker grootte hij naar de perspektive kleinheid der voorwerpen op den grond afmeten kan, wordt even spoedig duizelig als wanneer hij over den rand van een' hoogen toren heen op den weg nederziet. Zulk eene waarneming, die ik in het heerlijke havenbekken van Cartagena in Spanje deed, zal mij onvergetelijk blijven. Ik leunde tegen de borstwering van eenen weg, die digt langs de zee loopt, en aangelegd was op de harde kalkrotsen, welke daar het zeestrand vormen. Die hardheid en de gevlekte kleur der steenen maakte dat de borstwering niet, wat anders veelal het geval is, door nat te zijn donkerder van kleur was onder water dan daar boven, iets dat dikwijls eene aanwijzing van de grens des waters is. Onwillekeurig stelde mijn oog den waterspiegel veel lager dan hij werkelijk was, en een kleine visch moest mij eerst uit mijne dwaling helpen, daar het mij toescheen alsof hij plotseling door de lucht heenschoot. Toen eerst zag ik mijne misvatting in en bemerkte ik dat de waterspiegel veel digter bij mij was dan ik meende. Nu opmerkzaam geworden zag ik tevens dat oneffenheden van de oeverrotsen, die ik voor droog gehouden had, minstens 3 voet onder water lagen.

Wij hebben hier, door die zuiverheid gepaard met de donker blaauwe kleur van het zeewater, hetzelfde verschijnsel als bij het glas. Een reepje spiegelglas van 3 duim lang en 1 duim breed schijnt kleurloos als men er plat op nederziet; beschouwt men echter de sneevlakte dan schijnt het geelachtig groen of zelfs licht zeegroen te zijn, en wel donkerder in de lengte dan in de breedte gezien. Wij zouden ook bovenop dezelfde kleur zien, als wij zoo vele reepjes op elkander stapelden dat zij eene even hooge reeks vormden als het eerste reepje breed of lang is.

De oorspronkelijke, blaauwe kleur van het zeewater schijnt overal dezelfde te zijn, behoudens het verschil dat door de mindere of

meerdere diepte der zee veroorzaakt wordt, want ook in de poolzeeën vond men haar even schoon als b. v. in de Middellandsche zee. Maar zij ondergaat toch velerlei veranderingen door vermenging met vreemde stoffen, die hare eigene kleur aan het zeewater mededeelen. De Roode zee en de Geele zee herinneren reeds door hare namen aan dit verschijnsel. Behalve de beide kleuren die door deze namen uitgedrukt worden, komen er ook nog andere voor. Het moet een' hoogst onaangenamen indruk maken dagen aaneen door eene bloedrood gekleurde zee te stevenen, wat niet slechts op de Roode zee maar ook elders gebeurt. Op den Atlantischen oceaan, bij de Abrolhos-eilanden, zeilde het engelsche schip *Sulphur* verscheidene dagen aaneen in bloedrood water, dat door een mikroskopisch plantje, de *Trichodesmium Hindsii*, gekleurd was. Ehrenberg en na hem Evenor Dupont vonden de Roode zee, over eene groote uitgestrektheid, steenrood tot bloedrood gekleurd door de uiterst kleine *Trichodesmium Ehrenbergi* of *erythraeum*, van welke 40,000 tot 60,000 individuen slechts een kubiek millimeter uitmaken. De fransche natuuronderzoeker Camille Dareste zegt dat de kleur der Geele zee van gelijken oorsprong is. Die zee is hier meer geel, ginds meer rood gekleurd. Die verwen gaan echter niet langzamerhand in elkander over, maar vormen scherp afgescheidene, groote vlekken, die door volkomen heldere tusschenruimten van elkander afgescheiden zijn. De roode kleur vertoonde zich vooral in de eigenlijke Chinesche zee, Nan-Hai, van de zuidkust van China tot ten zuiden van het eiland Formosa; de geele kleur voornamelijk in de Geele zee, Hoang-Hai, ten noorden van Formosa. Dareste en Montagne herkenden in het bruine slijk van den bodem der roode vlekken de overblijfselen van *Trichodesmium erythraeum* zonder aardachtige bijmengselen. Hetzelfde plantje kleurt ook de zee van Ceylon, zoodat het niet slechts tot de organismen behoort die in de grootste menigte voorkomen, maar ook tot die welke het verst over de aarde verspreid zijn.

De stille Zuidzee heeft bij Callao aan de peruaansche kust, tot op eene diepte van 800 voet, eene olijfgroene kleur die van kleine

diertjes afkomstig schijnt te zijn, omdat het water, op gloeijende kolen gesprenkeld, een reuk als verbrande dierlijke stof verspreidt. Eene dergelijke kleur heeft ook een groot gedeelte van de zee bij Groenland, soms in afzonderlijke strooken, soms ook in vlekken van 30 tot 40 mijlen groot. Hier zijn het uiterst kleine medusen of kwallen, *acalephae*, die daar in onmetelijke hoeveelheid de zee vervullen, en SCORESBY berekent dat er 24 billioenen op eene enkele eng. vierkante mijl leven, wat op eene oppervlakte van 20,000 tot 30,000 eng. vierkante mijlen eene som geeft waarvan het sterkste hoofd duizelt. Elke slok van dit water waarin de walvisch zich het liefst ophoudt, voorziet hem, zonder dat hij daartoe eenige moeite doet, overvloedig van spijs. Hetzelfde belang voor den walvisch heeft in de stille Zuidzee en in den Atlantischen oceaan eene kleine krab, de *Cetochylus australis*.

Een vreedzaam kontrast met de bloedroode kleur der zee vormen aan de kust van Guinea en bij kaap Palmas kleine diertjes die de zee als in melk veranderen.

Wat de getallen aangaat die wij van zulke diertjes zouden moeten opgeven, zij geven ons een voorsmaak van wat wij in het hoofdstuk „het water als woonplaats van dieren en planten" te wachten hebben. Onze zwermen van libellen, de zwermen sprinkhanen in het oosten, ja zelfs onze lagen van levende tripel (zie bladz. 255) verdwijnen bij zulke sommen.

Iets dergelijks vinden wij ook bij een ander verschijnsel der zee, bij een verschijnsel waardoor ook zelfs het stugste gemoed getroffen wordt: het lichten der zee. Ook dit wordt hoofdzakelijk door mikroskopische, levende wezens veroorzaakt.

Vooraf echter moeten wij ons levendig herinneren, niet slechts aan de zoo even besprokene onmetelijke volheid des levens van de zee, maar ook aan een levensverschijnsel dat de lagere zeebewoners in hoogere mate eigen schijnt te zijn dan de land- en zoetwaterdieren. Wij bedoelen het feit dat zij, vóór dat zij hunne volkomene gedaante en vollen wasdom verkrijgen, veelal de zonderlingste gedaanteverwisselingen moeten doorloopen. De noor

Sars en de deen Steenstrup hebben er ons het eerst uitvoerig mede bekend gemaakt dat vele lagere zeedieren hunne gedaante meermalen, in den tijd van hunne ontwikkeling, zoo volkomen veranderen, dat de onkundige nooit zou gelooven dat die verschillende gedaanten de overgangsvormen van een en hetzelfde dier waren. Al vindt men zoo iets ook bij de insekten, zoo hebben die zeedieren toch dit boven dezen vooruit, dat zij ook op die verschillende trappen van ontwikkeling tot de voortteeling geschikt zijn, wat bij de insekten eerst het geval is na den geheelen afloop der gedaanteveranderingen.

Daar nu de zee slechts moeijelijk toegankelijk is voor den zoekenden blik des natuuronderzoekers, en het niet minder moeijelijk is om lagere zeedieren voor onze oogen in een glas met zeewater in het leven te houden en op te kweeken, zoo is men in het gevaar, dat misschien in sommige gevallen wel oorzaak geweest is van menige verwarring, namelijk van zulke dieren met nieuwe eigennamen in het register der wetenschap op te schrijven, die mogelijk nog slechts in hunnen ontwikkelingstoestand verkeeren, of welke namen aan andere vormen toebehooren, die ons denkelijk reeds bekend zijn.

In dit geheimzinnige rijk der lagere zeedieren behooren zonder twijfel vele, zoo niet de meesten dier schepselen welke het zonderlinge vermogen hebben om het nachtelijke pad van het eenzaam zeilende schip door milliarden schitterende vonken te verlichten; een vermogen waarvan slechts geringe sporen bij de landdieren aangetroffen worden. Als de glimworm, *Lampyris*, zijn ongevleugeld wijfje opzoekt, welker sterker licht hem uit het gras onzer tuinen tegenschittert, en als de indiaan, op zijne nachtelijke strooptogten door het maagdelijke woud, zich springkevers, *Elater noctilucus*, als kleine lantaarnen op de teenen vastbindt — *si fabula vera est* — dan zijn dat voor den landbewoner slechts zwakke beelden van wat de zeeman in de werkelijkheid ziet.

Men is het thans vrij algemeen eens, dat alle oudere verklaringen van het lichten der zee verworpen moeten worden, en dat dit door kleine dieren en planten en hunne rottende overblijfsels

veroorzaakt wordt. Daar men meestal slechts water lichten zag dat in beweging was, meende men zulk eene verklaring van dat lichten te moeten opsporen, waarin men de beweging van het water eene rol kon laten spelen, en dacht er zelfs aan om de wrijving van het water tegen de planken van het schip als oorzaak aan te nemen.

Aan het lichten der zee geeft men den naam van phosphoriseeren of phosphorisatie; men moet echter niet meenen dat daaraan altijd phosphorus deelneemt, dat scheikundig element hetwelk wij als een vergif vreezen, maar dat wij tegenwoordig in de lucifers tot het ontsteken van licht in onze kamers even zoo min ontberen kunnen, als het in onze steeds phosphorus bevattende hersenen onontbeerlijk schijnt te zijn tot verlichting van onzen geest, door het vormen van denkbeelden. Alle lichtverschijnsels, die wij niet door eene vlam of door eene merkbare verhooging der temperatuur vergezeld zien, noemt men phosphoriseerend, omdat men van de eigenschap van den phosphorus, om zonder ontwikkeling van warmte in het duister te lichten, den naam voor een dergelijk verschijnsel bij andere stoffen afleidt.

Vele scheikundige processen worden door phosphorisatie vergezeld b. v. het glimmen van het zoogenaamde glimhout, dat is van hout hetwelk onder bepaalde omstandigheden, vooral uitsluiting van vochtigheid, verrot; het verrotten van zeevisschen enz. Vele ligchamen hebben ook het vermogen om in het donker te lichten, als zij langen tijd aan de werking der zonnestralen, aan de insolatie, zijn blootgesteld geweest. Wij bespeuren een zwak schijnsel van licht als wij in het duister broodsuiker aan stukken breken. Het phosphoriseeren der insekten schijnt tot den paartijd beperkt te zijn. Wij zien den glimworm, *Lampyris noctiluca*, (zoo als namelijk bij ons geheel ten onregte een lichtgevende kever geheeten wordt) slechts omstreeks St. Jan, 24 Junij, als het wijfje door het mannetje wordt opgezocht, terwijl hij zoowel vóór als na dien tijd in onze grasperken huisvesten zal, maar dan niet door ons opgemerkt wordt, omdat hem het vermogen van licht te verspreiden na den paartijd ontbreekt. Zoo is het misschien ook te ver-

klaren dat men nog heden over het al of niet lichten van den wereldberoemden surinaamschen lantaarndrager, *Fulgora laternaria*, twisten kan. Ook de electrieke stroom is door lichtverschijning vergezeld, gelijk wij weten.

Nadat er in het levend dierlijk organismus, vooral in de spieren, electrieke stroomen en in de zelfstandigheid daarvan dikwijls phosphorus aangetoond geworden is, is de phosphorisatie bij de dieren, voornamelijk in den tijd waarin de magtigste aller driften hare energie het meest ontwikkelt, niets vreemds meer, hoewel daardoor haar wezen nog geenszins verklaard is. Het phosphoriseeren van rottende dierlijke stoffen, vooral van visschen, deelt zich ook aan het zeewater mede.

Wat nu het phosphoriseeren der zeedieren betreft, waarvan het lichten der zee afgeleid moet worden (doch dat men wel in sommige opzigten bewijzen kan, maar in andere slechts vermoedt) zoo is de zetel daarvan of in de geheele massa, of in enkele deelen daarvan te zoeken. De phosphorisatie berust hier waarschijnlijk het meest, en misschien zelfs altijd, op een scheikundig proces, dat zelfs bij levende dieren een oplossingsproces zijn kan, omdat de zitplaats van het lichtverschijnsel bij hen meest gevonden wordt in het slijm dat hen van buiten bekleedt, en waarin steeds eene menigte afgestootene huiddeeltjes, in rottenden toestand, aanwezig zijn. Die massaas behouden ook lang na den dood van het dier nog haar lichtend vermogen. Bij de boorschelpen, *Pholas*, geeft het geheele ligchaam licht, vooral het slijm van de oppervlakte van het ligchaam, dat zelfs nog licht gaf toen men het dier in alkohol geplaatst had, waarin het afloopende, lichtgevende slijm naar den bodem zonk. Bij de beroën, teedere, geleiachtige dieren van eene zeer bijzondere en dikwijls buitengewoon sierlijke gedaante, zetelt het lichtgevende vermogen in rijen van dunne, heen en weer trillende draadjes, waarmede het ligchaam overdekt is. De lichtgevende ringwormen der zee, uit de familie der nereïden, bezitten, gelijk sommige duizendpooten, *Geophilus*, de lichtkracht in de spierbundels der talrijke voeten die aan de zijden van het ligchaam zitten. Andere lagere zeedieren en hunne jongen

of hunne zeer afwijkende overgangstoestanden zijn geheel en al lichtgevend, vooral de zeenetels of medusen, die ook in het daglicht het prachtige kleurenspel van hun geleiachtig ligchaam vertoonen, hetwelk zoo teeder is dat men het, helaas, op geene wijze hoegenaamd in verzamelingen bewaren kan.

Het sterkste licht geeft een zeedier dat met volle regt den naam van *Pyrosoma,* vurig ligchaam, vuurlijf, draagt. Het behoort tot de koplooze weekdieren, *Acephala,* tot de tunicaten of zeescheden en heeft den vorm van een' hollen, zes tot zeven duim langen kegel, die uit tallooze, kringsgewijs gerangschikte dieren bestaat, zoodat zulk een kegel eerder eene groep van individuen, een zamengesteld dier, geheeten moet worden. De lichtkracht bevindt zich binnen in elk diertje, in een roodachtig bruin ligchaampje. Een reiziger verhaalt dat hij in zijne donkere hut op het schip, bij het licht van zes tot acht pyrosomen goed lezen kon. Zij leven in de Middellandsche en in vele andere zeeën, doch niet in noordelijke. In dezen laat een diertje zoo groot als een speldeknop, zijn licht schijnen, de *Mammaria scintillans,* dat in niet kleiner aantal het water dier zeeën bewoont, dan de legioenen diertjes die de zee verwen.

Er is bij die laatstgenoemden, alsmede bij de meeste andere lichtgevende dieren der zee, eene schommeling van het water noodig om het licht, als het ware, uit te lokken, waardoor het verklaard wordt dat het zog of kielwater van een schip en de golven der branding vooral het lichten bevorderen. Bovendien schijnt het lichten bij vele dieren eene willekeurige handeling te zijn.

Tot de lichtdieren der zee behooren ook eenige schaaldieren en zelfs sommige visschen. De sterkste lichtgever onder de visschen is een haai, de *Squalus fulgens.* In een donker vertrek gebragt straalde er van zijne geheele buikvlakte een groenachtige phosphorusglans uit, die aan het juist niet schoone dier een verschrikkelijk voorkomen gaf.

Dat rottende ligchamen, niet die van deze lichtgevende dieren alleen, maar ook van anders nietlichtende, zoo als van visschen, phorphorisch licht ontwikkelen, hebben wij reeds vermeld; en daar er in zulke rottende massaas stellig dikwijls phosphorus bevat is,

laat het zich begrijpen dat het daarmede vervulde water lichten moet, als het door de branding of door de raderen van eene stoomboot geschommeld wordt, terwijl stilstaand water zoo iets niet doet. Von Humboldt zegt: „Somtijds ontdekt men zelfs door de sterkste vergrooting geene dieren in het lichtende water, en toch overal waar de golf tegen een hard ligchaam aanklotst en schuimend breekt, overal waar het water geschud wordt, glimt een lichtje op als een kleine bliksemstraal. De reden daarvan ligt dan waarschijnlijk in rottende vezeltjes van gestorvene weekdieren, die in menigte in het water ronddrijven. Als men lichtend water door een fijn weefsel filtreert, dan worden die vezeltjes en vliesjes als lichtende stipjes afgescheiden.”

Ook in het plantenrijk vinden wij verlichters van de duistere wateren, namelijk onder de laagste vormen der wieren, die bijna de eenige vertegenwoordigers van het plantenrijk in de zee zijn. Meyen vond, op eene uitgestrektheid van 140 duitsche mijlen, de zee lichtend door *Oscillaria phosphorea*. De buitengewoon fijne celdraadjes waren stervormig tot groepjes, zoo groot als mosterdzaadjes, verbonden.

Het lichten der zee wordt vooral in warme, stille nachten waargenomen, omdat die schepseltjes welke zoo gemakkelijk te vernietigen zijn, wanneer de storm heerscht de stille rust der beschermende diepte opzoeken. Von Humboldt zag tusschen de keerkringen, vooral bij eene bewolkte, zoele lucht en bij een naderend onweder, de zee het sterkst lichten. In de Noordzee vertoont zich dat tooverachtige verschijnsel het krachtigst op heldere, stille herfstavonden. Dit alles laat zich gemakkelijk met de natuur der lichtdiertjes overeenbrengen, en wij worden daardoor aan de ondervinding van den bedreven hengelaar herinnerd, wiens fortuin ook zoo zeer van den toestand van het weder afhangt.

Overigens schijnt het of noch de warmtegraad, noch de geographische breedte een belangrijken invloed op het lichten der zee uitoefenen, daar men het even zoo goed bij groote koude als bij warm weder gezien heeft. Slechts van de hoogste poolstreken is ons geen lichten der zee bekend.

Er is een tijd geweest waarin men datgene wat men eb en vloed noemt, met het beurtelings rijzen en dalen der borst van een ademend dier vergeleek. Niet veel gelukkiger was de vergelijking met den polsslag van het dierlijke ligchaam. Doch zulke vergelijkingen missen gewoonlijk alle wetenschappelijke waarde; in ons geval is immers slechts de regelmatigheid van beide verschijnselen het eenige punt van overeenkomst.

Eb en vloed noemt men het verschijnsel waarbij de waterspiegel op eenen dag (of naauwkeuriger in 24 uur 50 min. 28 sek.) tweemaal een' hoogen en een' lagen stand aanneemt. Dat rijzen en dalen, wat dus alle 6 uur afwisselt, geschiedt niet met schokken, maar steeds aanhoudend, en de tijd dien de zeespiegel op het hoogste en laagste punt doorbrengt is zeer kort, zoodat wij zien dat de geheele oppervlakte der zee onophoudelijk in beweging wordt gehouden door de eb en den vloed, geholpen door de stroomen der zee.

Omdat het niet juist een dag, maar een weinig meer dan 50 minuten langer duurt vóór dat 2 ebben en 2 vloeden afgeloopen zijn, zoo komt het getij niet op een vaststaand uur, maar als het aan eene plaats van de kust heden 's middags te 0 uur (dat is *na* twaalf, en *voor* één uur) hoog water is, dan komt die zelfde vloed morgen te 0 uur 50 min., overmorgen te 1 uur 11 min. weder terug enz. Daar dit telkens later optreden van den vloed met het later worden van de schijngestalte der maan overeenkomt, zoo heeft dus na verloop van eene maanmaand eb en vloed weder op denzelfden tijd plaats.

Dat de aantrekking, die zon en maan op de aarde uitoefenen, de voornaamste oorzaak is van eb en vloed, wordt tegenwoordig niet meer betwijfeld. Het ligt bewegelijke element, het water, volgt die aantrekking, en natuurlijk des te meer hoe digter de trekkende magten bij de aarde staan. Daarom schijnt ook de invloed van de maan, die ons nader staat, sterker te zijn dan die van de zon; want de hoogste vloeden hebben plaats als de aarde nabij de zon en de maan nabij de aarde staat, en het ten zelfden tijde nieuwe of volle maan is. De werking der maan is daarbij twee

en een half maal zoo sterk als die der zon; zij staan dus tot elkander als 5 : 2. Staan nu zon en maan met de aarde in eene regte lijn, dan vereenigen zich beider krachten tot het verwekken van een' bijzonder sterken vloed, welke dus, die verhouding in voeten uitgedrukt, 7 voet bedragen moet. Als het eerste en laatste kwartier is, staan beide met de aarde in een' regten hoek, en de aantrekking der zon werkt die van de maan tegen: de som van de aantrekkingskracht der zon, 2, moet dus van de aantrekkingskracht der maan, 5, afgetrokken worden, en daaruit volgt dat de laagste vloed, bij het eerste en laatste kwartier, slechts 3 voet bedraagt. De getijen bij volle en nieuwe maan heet men springtijen, die bij eerste en laatste kwartier doode tijen. Het onderscheid in hoogte is bij beide dikwijls zeer aanzienlijk, b. v. bij Brest juist het dubbelde, het springtij 16, het doode tij 8 voet.

Doch omdat de maan, gelijk ook de zon, niet altijd even ver van de aarde af staat, maar den eenen tijd nader bij haar is dan den anderen, zoo ontstaan natuurlijk de hoogste vloeden ten tijde van hare grootste nabijheid. Vooral is dit het geval omstreeks de dag- en nachtevening.

Als er geene andere voorwaarden voor den tijd en de hoogte van het getij bestonden, dan zou men beide, het aanvangen en de mate van het getij, voor elke plaats der kust naauwkeurig vooruit kunnen berekenen en bepalen. Zoo ver dat mogelijk is heeft men dat ook gedaan, en daardoor vindt men in elken scheepsalmanak voor elke belangrijke haven, over het geheele jaar, de „haventijden" of „haventijen" opgegeven. Die andere voorwaarden waarvan eb en vloed gedeeltelijk afhankelijk zijn kunnen, zijn de drukking der lucht en de rigting der winden. Als beide zich vereenigen, als er bij sterke luchtdrukking een hevige wind de opkomende vloedgolven tegenwaait, dan kan een springvloed zelfs geheel gekeerd worden, en omgekeerd, als wind en luchtdrukking mede werken, tot eene dubbele hoogte opgedreven worden.

Het spreekt van zelf dat de gesteldheid van het strand eveneens van invloed zijn moet op het getij. Verbindt zich de barometerstand en een hevige zeewind met eene groote effenheid van

het strand, dan bruischen de vloedgolven soms tot eene verschrikkelijke hoogte ver in het land op, en op die wijze hebben er langs de vlakke kusten van Nederland niet zelden groote overstroomingen plaats gehad.

Wat nu den aard en de wijze, om het zoo te noemen, den vorm betreft waarin de waterspiegel door de aantrekkingskracht van zon en maan naar boven opgeheven wordt, deze moet men zich niet voorstellen alsof de zee in massa opgetrokken werd en dan even zoo weder naar beneden zonk. Als wij een groot gedeelte der zee, b. v. de Atlantische oceaan, in een' oogopslag konden overzien, dan zouden wij eene rij van reusachtige golven zien, die zich dwars tusschen Afrika en Amerika over de geheele watervlakte uitbreiden, ongeveer zoo als in het klein een zomerkoeltje eene opeenvolgende reeks van flaauwe golfjes over den waterspiegel van eenen vijver heendrijft.

Als wij de golven op eenen vijver, of nog beter op een' ondiepen regenplas met het oog volgen, dan zien wij elke golf, de eene achter de andere, aan die zijde van den plas aankomen welke men de lijzijde [1], dat is die van den wind afgekeerd is, mag noemen, en daar verdwijnen zij, alsof zij van het water op het land of in de lucht als onzigtbare geesten overgaan. Dit laatste verschijnsel zal ons voor de tamelijk algemeene dwaling beveiligen, van te gelooven dat de golf, van haar ontstaan op de loefzijde van den plas tot aan den tegenovergestelden kant, haar water als het ware met zich medesleepte. Als dit het geval was dan moest weldra al het water zich aan dien tegenoverliggenden kant ophoopen en vervolgens terugvloeijen. Dat het evenwel niet zoo is zien wij duidelijk als de bries slechts een' zeer gematigden druk op den

---

[1] De uitdrukkingen: „voor den wind, in den wind, onder den wind" enz., geven veelvuldig aanleidingen tot misverstand. Wij zien geene reden waarom men ook in het gewone spraakgebruik niet het „loef en lij" zou invoeren. De „loefzijde" van een schip is die welke door den wind getroffen wordt, de andere heet de „lijzijde," ook „te loef" en „in lij". Wij schuilen aan de lijzijde van een huis voor het geweld van eene regenbui, en aan de loefzijde van eenen muur houden wij den hoed vast als de stormwind giert.

waterspiegel uitoefent, of als de golven door eenen steen, die in het water geworpen werd, opgewekt worden. Wanneer er op de watervlakte, die zoo in beweging gebragt is, eenige bladeren of grashalmen ronddrijven, dan zien wij dat elke golf onder de bladeren, die wezenlijk op hare plaats blijven liggen, doorglijdt; elke golf heft een blad, dat op haren weg ligt, omhoog, en dan glijdt dat schijnbaar langs de buitenzijde van den golfheuvel, naar beneden in het naastvolgende golfdal en zoo vervolgens tot eindelijk, wat echter zeer langzaam geschiedt, de bladeren aan den kant van den plas aankomen, terwijl er in dien tijd misschien honderd golven onder hen door weggeslopen zijn. Deze beschouwing leert ons dus dat eene vloedgolf (die ook niet het product van eenen luchtstroom is) welke nu in dezen en een uur later in eenen anderen breedtegraad den Atlantischen oceaan dwars overtrekt, geen water uit den eersten in den laatsten breedtegraad overbrengt; het water blijft op beide punten op zijne plaats. In dezen zin is dus eene golf niet eene massa die zich voortbeweegt, maar eene voortgaande beweging in de rustende massa. Zelfs bij den hevigsten orkaan is de golf niets anders, en daarom bevindt zich een schip, dat zijne masten en zeilen verloren heeft en waarop dus de orkaan geen vat heeft, na gelukkig doorgestanen strijd bijna op dezelfde plaats waar het zich bij het begin van den storm bevond, terwijl in denzelfden tijd golf op golf, met eene snelheid van 20 tot 30 zeemijlen in het uur, er onder door gestoven is. En zoo zullen wij dus des te gemakkelijker toestemmen dat de vloedgolf, door de rustig werkende aantrekkingskracht der maan omhoog geheven, niets ligchamelijks heeft, geene voortschrijdende watermassa, maar slechts eene voortschrijdende beweging is, in eene massa die niet van plaats verandert.

In gevalle de oppervlakte der aarde slechts met water van gelijke diepte bedekt was, dan zou de vorm, de rigting enz. der vloedgolf eeniglijk van de maan afhangen, en als wij stelden dat de maan van uur tot uur eene vloedgolf opwekte, dan zouden 24 zulke vloedgolven, in de rigting van oost naar west, in 24 uren den geheelen aardbol rondrollen, en daarbij, met de meridianen

gelijkloopende, den aequator snijden. De aardbol heeft echter groote landmassaas die in alle rigtingen, hoewel vooral in die naar de polen, de zee doorsnijden. Die landen moeten zonder twijfel aan hunne westelijke kusten eene andere gesteldheid der vloedgolven veroorzaken dan aan hunne oostelijke, omdat de laatsten, wegens de westelijke rigting der vloedgolven, daarvoor, als 't ware, een dam uitmaken, waartegen zij breken. De westelijke kusten liggen daarentegen in veiligheid, daar de vloedgolf, die tegen de oostkust aanbruischt, hare beweging geenszins over het vaste land heen voortzetten kan. Waar den vloedgolf den minsten wederstand geboden wordt, op de wijde, opene zee, daar is het verloop der vloedgolven het rustigst, maar, zoo als wij reeds bij de berekening van de diepte der zee (bladz. 273) gezien hebben, ook het snelst. Aan het kleine eiland Otaheiti, midden in den grooten Oceaan, is de hoogste vloed naauwelijks 1 voet.

Het behoeft ons alzoo niet verzekerd te worden dat de gesteldheid der stranden een' grooten invloed op het getij moet hebben. Daardoor ontstaan de zoogenaamde afgeleide getijen. De vloedgolf trekt over de Atlantische zee als een groote, naar het noorden gerigte boog, welks uiteinden wij op ongeveer 18° N. B. bij de Bovenwinds-eilanden en de Kaapverdische eilanden aantreffen, terwijl de kromming van den boog in het midden tusschen beide werelddeelen op 28° N. B. ligt. Na twee uren is die vloedgolf ten minste 10 graden meer noordwaarts vooruit gedrongen, en haar westelijk uiteinde ligt nu met de geheele oostelijke kust van Noord-Amerika parallel, en heeft dus de normale beweging naar het westen. Hier komt zij echter aan den mond der Fundybaai, tusschen Nieuw-Schotland en Nieuw-Brunswijk, welke naar het westen gerigt is en zich landwaarts in schielijk vernaauwt. Bij dien mond wordt de vloedgolf van hare westelijke rigting afgeleid en in eene bijna oostelijke veranderd, en zij stort met zoo veel geweld die baai langs dat hier de hoogste vloed der wereld ontstaat, welke bij Truro, in de bovenspits der baai, dikwijls meer dan 70 voet bedraagt. Een der belangrijkste plaatselijke verschijnselen ten opzigte van het getij ziet men bij de stad St. Malo,

die op eene rots in eene groote vlakte ligt, op den achtergrond der baai van St. Michel, in het noorden van Frankrijk. Ten tijde van de eb ligt de stad ver van de zee op eene onvruchtbare zandvlakte, die met tallooze rotsklippen bezaaid is. Als het vloed is ligt diezelfde stad op een eiland, dat slechts met den vasten wal verbonden is door een' dam van ongeveer een half uur lengte, die uit quaderzandsteenrotsen aangelegd, met vele kosten onderhouden wordt, en *le sillon* heet.

Dat zeeëngten de voortleiding der beweging van de vloedgolven kunnen afsnijden of verstoren, is het algemeene gevoelen, dat bewezen wordt door de Middellandsche zee, hoewel die toch ook ebbe en vloed heeft. Het getij dier zee is waarschijnlijk meer een uitwerksel van eene zelfstandige vloedgolfvorming, dan een gevolg van het naar binnen gaan van de atlantische vloedgolf door de straat van Gibraltar. In overeenstemming met die gissing is het feit dat het getij aan het westelijke einde der Middellandsche zee bijna geheel niet te bespeuren is, en daarentegen achter in de Adriatische zee, bij Venetie, 6 tot 9 voet hoog water verwekt. Dit ontstaat misschien door eene volkomene afleiding der vloedgolf, die zich in de oostelijke deelen der Middellandsche zee vormt, naar het noorden. In zeeëngten die door groote eilanden gevormd worden, stooten niet zelden verscheidene vloedgolven te zamen, en veroorzaken daardoor dikwijls gevaarlijke draaikolken. Een der beroemdste en meest gevreesde (hoezeer naar nieuwere onderzoekingen meer dan hij verdient) is de beruchte maalstroom aan de kust van Noorwegen, achter de Loffoden. Zijn geraas, dat men mijlen er van verwijderd reeds hooren kan, neemt met den vloed toe en met de eb af. Men zegt dat men hem, als het vloed is, niet op een uur afstand naderen kan, en dat walvisschen zijn geweld niet trotseren kunnen, maar door hem medegesleept worden.

De opkomende springvloedgolf verwekt aan breede, vlakke monden van groote rivieren dikwijls grootsche verschijnselen. Dit is het geval b. v. aan den mond der Seine. De vloedgolven, die in het Kanaal opgaan, moeten zich op die geringere diepte, hoe verder zij landwaarts in komen, des te langzamer kunnen voortbe-

wegen; daardoor halen de volgende golven de vooruitgegane ten laatste bij den mond der Seine in en stapelen zich hier als een golfberg, zoo hoog als een huis, op elkander: een berg van water die zich dwars voor den mond der rivier 30,000 tot 36,000 voet breed uitstrekt, van die plaats af met vreeselijke snelheid in de rivier stroomopwaarts voortschiet en de oevers ver overstroomt. Op raad van Arago heeft men door dammen de rivier vernaauwd en haar daardoor gedwongen haar bed dieper uit te spoelen, ten gevolge waarvan de vloed sneller en meer gelijkmatig verloopt en het zoo hoog opstapelen der golven, die elkander dus niet meer zoo snel opvolgen, verminderd wordt.

Dikwijls loopt de vloed ver in de monden van groote rivieren op, waarbij zijne snelheid door den tegenstroom der rivier verminderd en hij bovendien in de rigting naar boven steeds minder voelbaar wordt. Om van den mond van den Teems te Londen te komen heeft de vloedgolf 12 uren noodig, terwijl zij slechts één uur meer noodig heeft om van van Diemensland naar de Kaap de Goede Hoop over te steken. Het verwondert ons als wij bij Bordeaux, 10 mijlen van den mond der Gironde, een zoo hoog getij zien.

Het belang van het getij voor de scheepvaart, vooral voor het uit- of inloopen der zeilschepen, is bekend. Vele havens zijn, wegens de zandbanken die er voor liggen, slechts bij hoog water te naderen, en daarom noemt men den tijd van vloed, vooral van den springvloed bij volle of nieuwe maan, ook wel den haventijd. Het afloopen van het water bij het begin van de eb verligt voor de schepen, vooral voor zeilschepen, het uitloopen uit de havens.

Voor onze kennis aan eb en vloed en bovenal aan het gelijktijdig intreden van het getij op verschillende plaatsen, heeft de engelschman Whewell zich het meest verdienstelijk gemaakt. Gelijk wij op bladz. 125, door figuur 13, de isotheren- en isochimenen-kurven leerden kennen, dat is eene verbinding door lijnen van zulke punten der aarde die eene gelijke winter- en gelijke zomerwarmte bezitten, zoo heeft Whewell ook getij-kurven, die hij isorachiën noemt, voor de geheele aarde ontworpen en op

eene wereldkaart afgeteekend. Op die kaart is de zee door boogvormige lijnen overdekt, welke van 1 tot 12, naar de uren van den dag, gemerkt zijn. Alle punten der aarde die op eene dezer lijnen vallen, hebben op denzelfden tijd hoog water, ofschoon zij dikwijls zeer ver van elkander verwijderd zijn. Zoo heeft b. v. Kaap Hoorn, Cayenne en een gedeelte van de kust van Senegambie op denzelfden tijd, te 8 uur, en door dezelfde vloedgolf, hoog water of springvloed. Die golf heeft dus bijna eene regelregte uitgebreidheid van het noorden naar het zuiden, en eene westelijke rigting. In hare noordelijke helft is zij toch reeds sterk afgeweken, zoo als ook bovendien alle vloedgolven van de Atlantische zee afgeweken zijn. Die afleiding wordt door Zuid-Afrika veroorzaakt en tusschen de zuidelijke spitsen van Afrika en Amerika krijgt de Atlantische zee steeds meer en meer het karakter van een kanaal, dat van noord naar zuid loopt, en waarin de vloedgolven noordwaarts steeds meer en meer eene met de parallellen gelijkloopende rigting moeten aannemen, terwijl zij zuidwaarts, van het oosten over de Indische zee komende, de normale rigting naar de polen houden, wat op die breede zeevlakte ook zeer mogelijk is. De Atlantische zee vertoont ons dus in het groot hetzelfde wat de baai van Fundy ons in het klein deed zien.

Toen wij de warmte leerden kennen als het groote drijfrad dat de luchtzee in nooit ophoudende beweging houdt, vonden wij later ook een' gelijken omloop, door dezelfde kracht aangedreven, in de zee, en tevens daarvan een voorbeeld in den golfstroom. Wij moeten nu ook de overige zeestroomen nader beschouwen, om ons te overtuigen dat die wetten der beweging algemeene wetten zijn, en dat er in de zee beweging plaats heeft even zoo goed als in het binnenste van ons eigen ligchaam, of als in de onmeetbare ruimten van het heelal, waar de vermeende stilstand der vaste sterren reeds voor eene bekende beweging geweken, en de naam van vaste sterren als eene overoude dwaling aan de vergetelheid prijs gegeven is.

Wij weten reeds dat de zee- of pelagische stroomen onafhankelijk zijn van de winden die er boven waaijen, en hoogstens met hen eene gemeenschappelijke oorzaak, de uitzettende warmte, hebben. Zoo laten wij ons ook nu niet in de war brengen door de straks gegevene verklaring van de beweging der golven, die door het water, dat zelf op zijne plaats blijft, heengaat gelijk het geluid door de lucht zweeft, zonder eenen luchtroom, eene voortbeweging der lucht te veroorzaken. De zeestroomen zijn integendeel ware voortbewegingen van het water, teweeg gebragt door wederkeerig dringen van de door warmte uitgezette waterdeeltjes.

De uitwerkselen en verschijnselen van eenen zeestroom, van een in en over water vloeijend water, moeten veel eenvoudiger en vreedzamer zijn dan het stroomen van eene beek of rivier in en over haar bed van zoo verschillende zamenstelling. Wij kunnen dit gemakkelijk bij eene rivier bewijzen. Als zij, in een betrekkelijk naauw bed besloten, met vrij groot verval naar beneden stroomt, dan werkt zij onophoudelijk aan haar bed, dat zij uitdiept en welks steenen zij afslijpt en voortrolt. Als zij zich echter gedurende haren loop op zekere plaats tot een klein meer verbreedt, dan zien wij daar het water in het midden van dien rustigen waterspiegel werkeloos en ligt voortvloeijen. Het stroomende water loopt dan als over den rug van het stilstaande daar heen.

Het is ons reeds bekend dat de zeestroomen voortgebragt worden door de ongelijke verdeeling der warmte van de oppervlakte der zee. De zeestroomen zijn niet, zoo als de rivieren van het vaste land, aan een naar beneden afvloeijen onderworpen, immers wij zagen reeds (bladz. 121) dat zij zelfs somtijds uit eene diepere naar eene hoogere laag opklimmen. Daar ter plaatse vernamen wij ook welke omstandigheden invloed uitoefenen op het ontstaan en de rigting der zeestroomen, en bij deze moeten wij nu ook de magtige vloedgolven tellen, welke wij zoo even leerden kennen.

Bij de vloedgolven speelden de massaas vast land eene storende, afleidende rol, bij de zeestroomen zijn zij eveneens de hoofdoorza-

ken voor iets dergelijks. Zonder het vasteland, en als de zee overal even diep was, zou de wereldzee den geheelen aardbol overdekken, en zij zou door de omwenteling om de as, in vereeniging met de sterkste verwarming tusschen de keerkringen, eene zeer eenvoudige beweging hebben, en volstrekt geene bepaalde, naar verschillende rigtingen vloeijende stroomen. Die beweging zou tusschen de keerkringen eene westelijke, op hoogere breedten meer eene oostelijke zijn.

Van welken invloed op het ontstaan en de rigting der zeestroomen de oneffenheden van den bodem der zee zijn, is door de nog geringe kennis die wij daarvan bezitten vrij onbekend. Wij mogen misschien in vele gevallen omgekeerd, van de zigtbare zeestroomen tot de verborgene oneffenheden van den bodem der zee besluiten. Hoewel wij den invloed van de luchtstroomen op den waterspiegel gering noemen, zoo is hij toch wel eenigermate werkzaam, want tusschen de keerkringen worden daardoor de zeestroomen in hunnen loop naar het westen ondersteund.

Ook de vloedgolven kunnen natuurlijk niet zonder invloed op de zeestroomen zijn, zij werken tegenhoudend, bevorderend of doorkruisend, al naar dat beide elkander in deze of gene rigting ontmoeten. De vroeger gemelde maalstroom aan de noorweegsche kust berust waarschijnlijk op het zamentreffen en zich vereenigen van de terugvloeijende vloedgolf met den een of anderen zeestroom, onder tusschenkomst van den noordwestewind.

Als men de vier kaarten van den natuurkundigen atlas van Berghaus, op welke de stroomen van den oceaan afgebeeld zijn, vergelijkt met de stroomkaart van het meermalen gemelde werk van Maury, dan bemerkt men tusschen deze en genen een niet onbeduidend onderscheid. In allen gevalle is de veel nieuwere kaart van Maury zekerlijk nader aan de waarheid, en wij houden ons in de volgende schildering der zeestroomen hoofdzakelijk aan deze. Die kaart is in de zoogenaamde projectie van Mercator ontworpen, dat is, de oppervlakte der aarde is niet, zoo als meestal gedaan wordt, in twee planigloben gedeeld, maar als in eene zamenhangende vlakte uitgespreid. Hierbij is de meridiaan van

Parijs tot grondslag aangenomen, en zijn de oostelijke lengten tot den 120° bij de overige oostelijke meridianen links van de westelijken gevoegd. De oost- en de westrand der kaart (welke men zich natuurlijk als de poolsverdeelingslijn van de uitgespreide oppervlakte der aarde voorstellen moet) snijdt omstreeks het westelijke vierde gedeelte van Nieuw-Holland af. Door deze schikking overziet men, duidelijker dan bij planigloben, den breeden zamenhang naar het zuiden van die groote zeevlakten, van welke de Indische zee aan de oostkant, de Atlantische oceaan in het midden en de groote of stille Zuidzee aan de westzijde van de kaart ligt.

De zeestroomen vertoonen zich op de kaart wel dikwijls scherp tegen elkander afstekende, maar slechts zeer zeldzaam houden zij langen tijd dezelfde rigting en blijft hunne breedte overal gelijk. Bijna alle groote zeestroomen gelijken op de beschrijving welke boven van de gedaante van den golfstroom gegeven is. In het begin smal en als 't ware zamengedrongen, hetzij door massaas vast land, hetzij door stilstaande watergedeelten of door tegenstroomen, breiden zij zich in hunnen verderen loop, ver uit elkander, als fladderende strooken uit.

Het eerst valt het oog op eenen stroom bij den aequator, die, min of meer ten zuiden of ten noorden van die lijn, hoofdzakelijk van het oosten naar het westen loopt. Van dien algemeenen aequatoriaalstroom heeft dat gedeelte alleen den naam van den grooten a e q u a t o r i a a l s t r o o m ontvangen, hetwelk tusschen Afrika en Amerika dwars over den Atlantischen oceaan heenloopt. Hij begint ongeveer onder den kreeftskeerkring, stroomt in eene zuidwestelijke rigting aanvankelijk langs de afrikaansche kust, naar de oostelijke spits van Zuid-Amerika, naar kaap St. Roque, waar hij zich in tweeën splijt. De eene helft bewaart de zuidwestelijke en later eene bijna volkomen zuidelijk wordende rigting, en stroomt breed langs de braziliaansche kust heen naar de Falklandseilanden, aan de zuidspits van Amerika. De andere arm van den stroom gaat van kaap St. Roque, de Amazone voorbij, langs de noordoostelijke kust van Zuid-Amerika, door de Caraïbische zee naar de golf van Mexiko, die hij geheel insluit om als

golfstroom verder noordwaarts te trekken. De oostelijke arm van den golfstroom, die van 45° W.L. af reeds zeer breed geworden is, loopt al meer en meer naar het oosten, eindelijk naar het zuiden en zoo naar het punt van aanvang van den grooten aequatoriaalstroom, waardoor de kringstroom gevormd wordt welken wij op bladzijde 122 beschreven hebben en in welks midden de krooszee of *Sargasso*-zee ligt. Daar nu het punt van aanvang, in het eerste gedeelte van den weg van dezen stroom, in eene zeer heete zone en onder de aequatoriaalstilte ligt, zoo is zijn water zeer warm, zelfs tot + 24° R. stijgende, en dien warmtegraad bijna onveranderd behoudende. Wij zien uit deze beschrijving dat het tropische gedeelte van den grooten aequatoriaalstroom het meest verwarde is, en MAURY maakt de opmerking, dat de tropische deelen van den Atlantischen oceaan, even als die van de overige zeeën, rijk zijn aan stroomen die tegen elkander inloopen. Ten spijt van alle onderzoekingen is het den zeeman tot heden nog niet gelukt om daaruit een stelsel te vormen, waardoor hij in staat zou zijn ten allen tijde op te geven waar en hoe zij loopen, om hen te gebruiken of, als zij hem tegen zijn, te ontwijken.

Aangezien wij weten dat de warmte de bewegende kracht van de oppervlakte der zee is, zoo is die menigvuldigheid der zeestroomen tusschen de tropische gordels zeer wel te begrijpen. Dat het verschil der zeestroomen, vooral wat hun boven en onder elkander loopen betreft, naast de warmte voornamelijk ook door eene verzameling van eilanden schijnt verwekt te worden, blijkt uit de volgende waarneming, die de admiraal Sir FRANCIS BEAUFORT in den griekschen Archipel maakte. Hij zegt: „De tegenstroomen, of die welke onder de oppervlakte van het water terugvloeijen, zijn ook zeer merkwaardig; in sommige gedeelten van den archipel zijn zij soms zoo sterk dat zij beletten dat het schip naar het roer luistert. In een geval, toen ik bij eene stille en heldere zee" — wij weten hoe ver het oog dan in de diepte doordringen kan — „het lood uitwierp, dreven de lappen bont vlaggedoek, welke ik van 3 tot 3 voet aan de loodlijn bevestigd had, rondom naar alle streken van het kompas."

Als wij nu stellen dat men bij het doen van deze belangwekkende waarneming, de lappen tot op 400 voet diepte zien kon, dat zij natuurlijk de stroomrigtingen moesten aangeven, en dat zij slechts de vier hoofdstreken O. Z. W. N. toonden, dan moeten wij gelooven dat er op die betrekkelijk geringe diepte van 400 voet vier zeestroomen aanwezig waren, die elkander in alle rigtingen overkruisten.

Ook in de Indische zee, ten noorden door Afrika en Azie begrensd, moet er, vooral in dat gedeelte hetwelk onder den aequator ligt, eene groote massa water sterk verwarmd worden, en zich, even als dat in den Atlantischen oceaan, een uitweg zoeken. En inderdaad, wij vinden dit vermoeden bevestigd en zelfs ook eenige gelijkheid in de wijze waarop het land dit gedeelte der Indische zee begrenst. Tusschen de eilanden Sumatra, Borneo, en het schiereiland Malakka vinden wij een dergelijk uitgangspunt voor eenen zeestroom als tusschen Cuba, de Bahama-eilanden en het schiereiland Florida voor den golfstroom, en er vloeit ook, van dat uitgangspunt, een dergelijke stroom noordoostelijk langs de chinesche kust, waarbij Japan de plaats van Newfoundland vervult. Al noordelijk voortgaande kan men, vooral wat de invloed van dezen stroom op het klimaat betreft, nog meer punten van overeenkomst aanwijzen tusschen dezen stroom der Indische zee en dien van den Atlantischen oceaan, waarbij, wat het klimaat aangaat, de westkust van Noord-Amerika de tegenhanger van de westkust van Europa is.

Juist zoo als wij nabij den aequator, aan de afrikaansche kust een uitgangspunt voor den grooten aequatoriaalstroom der Atlantische zee vonden, vinden wij ook in de stille Zuidzee, nog digter bij den aequator, namelijk in de westelijke bogt van midden-Amerika, den oorsprong van een' aequatoriaalstroom, die, in overeenstemming met de veel breedere zeevlakte, nog veel belangrijker is en ook nog veel duidelijker naar het westen loopt. Deze stroom breidt zich ook, op ongeveer 30° van zijnen oorsprong af, veel breeder uit dan de aequatoriaalstroom der Atlantische zee; hij stroomt met een groot deel van zijn water naar het zuiden, terwijl

het andere gedeelte de westelijke rigting bewaart en bij de Molukken, als 't ware, in den vroeger beschreven golfstroom opgelost wordt.

Zoo vinden wij dus stroomen die, onder gelijke hoofdvoorwaarden geboren, ook door gelijke nevenvoorwaarden op dezelfde wijze gewijzigd worden, en wij bepalen ons tot deze weinige hoofdtrekken van het omloopstelsel der wereldzee; terwijl wij onze lezers, die er meer van verlangen te weten, verwijzen naar het meergemelde werk van Maury en naar den natuurkundigen atlas van Berghaus, 2de hoofdstuk, kaart 3 tot 6.

Over de diepe zeestroomen van koud water, die van de polen afkomen, hebben wij reeds vroeger gesproken, en wij leerden hen kennen als de voertuigen der ijsbergen naar zuidelijker breedten. Wij willen echter toch nog eenige leerzame en gewigtige feiten uit het groote en toch lang niet volledig bekende gebied der zeestroomen vermelden.

Het is bekend dat schepen in nood, en in den laatsten tijd ook zonder die reden, in het belang der wetenschap alleen, papieren in zee geworpen hebben die in sterke, goed geslotene fleschen besloten, aan de golven ter bestelling bij gelegenheid overgeleverd werden. Zulke brieven zijn er dikwijls opgevischt en, door vergelijking van de plaats en den tijd daarin vermeld, met de plaats en den tijd van het vinden, hebben zij veel toegebragt tot de kennis der stroomverbinding van verschillende zeeën met elkander. Een voor het leven nog veel grooter gewigt hebben de zeestroomen als verspreiders van plantenzaden en als drijfkanalen voor hout, uit welk oogpunt wij hen reeds bij de beschouwingen van den golfstroom en de koraalriffen leerden kennen. Tot in de Noordzee worden er zaden uit Amerika aangebragt, en op de Orkneys en aan de noordkust van Schotland worden zij onder den naam „*Molucca beans*" als merkwaardigheden verzameld. Door den golfstroom is er van den amerikaanschen grond op den ierschen eene plant, de *Eriocaulon septangulare*, overgeplant geworden. Op den 2den Junij 1820 spoelde er op het britsche eiland Aran eene flesch aan, welke op den 20sten Januarij 1819, in den omtrek van

Newfoundland, door het engelsche schip *Newcastle* in zee geworpen was. Zij was dus zeer lang onder weg geweest, om dit noordelijke gedeelte van den golfstroom, dat eene zeer langzame beweging heeft, af te leggen. Eene andere flesch, op dezelfde plaats in zee geworpen, reisde in 13 maanden naar Bayonne.

Zelfs de mensch wordt somtijds door de stroomen der zee tot reizen gedwongen, of hij wil of niet. In het jaar 1508 werd er door een fransch schip in de Noordzee eene kleine boot met menschen van zeer bijzondere gelaatstrekken opgenomen, die volgens de beschrijving waarschijnlijk eskimoos waren. Een dergelijke arme drommel, die alleen in zijn zwak bootje, in 1682 door den vloed van den golfstroom van groenlands kust verwijderd geworden en tot aan het eiland Eda, een der Orkneys, voortgedreven was, had toch nog meer vrees voor de onbekende mannen der Orkneys dan voor de wijde zee, want hij ontvlood de sloepen die hem opvangen wilden en ontkwam.

Voordat wij het zoute water verlaten, om ons naar het zoete te wenden, werpen wij nog een blik op datgene wat bijna alle dichters op hunne manier bezingen: de golven.

Zelfs het grootste, als het onveranderlijk groot blijft en nooit afwisselt, wordt vervelend, en zoo zouden wij ook van de zee geene dichterlijke beschrijvingen hebben, als zij niet nu en dan haar golvenleger opriep en ten strijde dreef. Zonder golven zouden ook de stroomen onzer hedendaagsche lyriek stellig met minder strandgoed de overstroomde stranden der arme lezende wereld bespoeld hebben! — Wie kan moede worden om van eene hoogte der kust op het spel der golven neder te zien? Als een ligte luchtstroom, die naauwelijks onze kleederen beweegt, op den effen zeespiegel drukt, dan ontstaat er dat wonderbare goochelspel hetwelk wij den golfslag of de golving noemen. Dan ontstaat er zonder zigtbaren aandrang, niet ver van het strand, plotseling eene golf, als eene gedachte die plotseling in het brein opkomt; op haren langen, smallen rug draagt zij eene witte streep van schuim naar den oever, waar zij in een oogenblik met haren last verdwijnt, om in het volgende door eene tweede en derde golf ge-

volgd te worden. — Maar anders is het daar als de orkaan de vliegende golven ver over de zee uit elkander en over het strand jaagt, zoodat de vreemdeling met schrik zichzelven afvraagt, waarom de visscher zijne hut niet veiliger, meer landwaarts in, gebouwd heeft, want ver achter de hut voelt hij nog hoe het schuim van het water, als stof door de lucht vliegende, zijne kleederen bevochtigt, terwijl hij het zout daarvan op zijne lippen proeft. Met inspanning blijft hij staande en kan niet nalaten om naar de witte, schuimende koppen te zien, die de storm huizenhoog op het strand jaagt, waar zij verbrijzeld en vernietigd worden met alle andere die haar volgen. Voor hem die de natuur van het water niet kende, zou de gedachte zeer gemakkelijk opkomen, dat na zulk een orkaan het strand met brokken van golven bedekt moest zijn.

Maar toch wordt de hoogte der „golven als bergen" veelal te hoog geschat, vooral ook van die welke wij zien van het dek van een schip dat door den storm gezweept wordt. De uitwerking van het zien en voelen der golven in zulke oogenblikken is zeer eigenaardig, ja men zou haar bijna eene zoete smart die de ingewanden doortrekt kunnen noemen, en, om een voorbeeld te geven, zeer veel overeenkomende met de gewaarwording die wij als kinderen hadden, toen wij, voor het eerst op eene schommel gezeten, wel met een vrolijk gelaat, maar inwendig tamelijk angstig, door de lucht slingerden.

De kennis aan de ware hoogte en het geweld der golven van de zee is voor de scheepvaart reeds lang wenschelijk geweest, en toch zijn deze eerst in den laatsten tijd het voorwerp van een gezet onderzoek geworden, nadat zij langen tijd, door de ontzetting van den zeeman gedurende den storm, maar vooral door zijn grootspreken na gelukkig doorgestaan gevaar, veel te hoog en te groot zijn geschat geworden. In onze dagen is die kennis vooral van groot belang, daar men bij den bouw van het reusachtige engelsche schip, de *Leviathan*, gemeend heeft om het door zijne lengte voor den invloed van eene afzonderlijk oprijzende golf te kunnen beveiligen.

De wetenschappelijke, onverschrokkene walvischvanger, dien wij reeds als den eersten wetenschappelijken beschouwer der sneeuwvlokken leerden kennen, SCORESBY, heeft ook aan de golven, te midden van den storm, eene bedaarde, om zoo te zeggen, eene afmetende opmerkzaamheid geschonken. Hij zegt het volgende:

„Den 5den Mei 1848, na den middag, stond ik bij hevigen wind op de kampanje der *Hibernia*, welker hoogte boven de waterlijn van het schip, met bijvoeging van de lengte van mijn ligchaam tot aan mijne oogen, 23 voet 3 duim bedroeg. De stoomboot volgde dezelfde rigting als de golven. Ik herinner mij niet ooit holler water gezien te hebben, daar ver de meeste rollende watermassaas hooger dan 24 voet werden (van het laagste tot het hoogste punt der golf gerekend) of beter gezegd, meer dan 12 voet boven het waterpas der zee oprezen. Toen ging ik op de raderkast, die omstreeks 7 voet hooger was (30 voet 3 duim van den zeespiegel tot het oog) en nog steeds liep meer dan de helft der golven hooger dan mijn horizont. Dikwijls zag ik lange golvenrijen welke daar zoo ver boven uitstaken dat zij, bij ongeveer 100 *yards* afstand van de kruin der golven tot mijn oog, een hoek van 2 tot 3 graden uitmaakten, zoodat elke zoodanige golf nog ongeveer 13 voet hooger steeg dan het *niveau* van mijn oog. Somtijds dreven zelfs golven, die tegen elkander aanbonsden, hare koppen nog 10 tot 15 voet hooger op. Dooreengenomen waren de golven volkomen met de hoogte van mijn oog op de raderkast gelijk, 15 voet boven het gemiddelde waterpas, en de grootste golfbergen, zonder de spits uitloopende, uiteenstuivende koppen te rekenen, verhieven zich ongeveer 43 voet boven de laagste plaats van het golfdal, waar het schip zich op het oogenblik der waarneming bevond.

„Het was een heerlijk stormtafereel, een treffend schilderij, vooral dan als een door de wolken brekende zonnestraal hier en daar een gedeelte van het grootsche strijdperk voor een oogenblik vergulde.

„Tegen den avond nam de storm in hevigheid toe, en op den 6den Mei vertoonde zich het karakter van de atlantische golven

op het duidelijkst ontwikkeld, onder den invloed van een' hevigen, steeds in dezelfde rigting waaijenden wind, die 36 uur aanéén volhield. 's Morgens te 10 uur, toen de storm reeds voorbij was, zette ik mijne waarnemingen voort. Ik bevond dat 20 regelmatig achter elkander voortloopende golven $5^1/_2$ minuten noodig hadden om het schip in te halen, en zij dus in tusschenruimten van $16^1/_2$ sekonden op elkander volgden. Het schip was 220 voet lang. De tijd, dien de golf noodig had om van het eene einde daarvan aan het andere te komen, bedroeg ongeveer 6 sekonden. In $16^1/_2$ sekonden moesten er dus 605 voet afgelegd worden; daar echter het schip de golven eenigzins schuins doorsneed, waardoor de afstand van het eene einde naar het andere omstreeks 45 voet korter werd, zoo moest de schijnbaar gemiddelde afstand der golven van elkander, op 559 voet gesteld worden. Reeds vroeger had ik dien op het oog, terwijl het schip zich in eene holte bevond, op 600 voet geschat.

„Maar in denzelfden tijd van 6 sekonden liep het schip, dat schuins naar het oosten zeilde terwijl de wind W.N.W. was, en het dus bijna dezelfde rigting als de golven volgde, 50,6 voet. Die afstand, wegens de schuinsche rigting der twee uiteinden tot $231^1/_2$ voet herleid, moet dus bij de reeds genoemde 559 voet opgeteld worden, zoodat de werkelijke afstand, dien elke golf in $16^1/_2$ sekonden doorloopt, niet minder dan $790^1/_2$ voet bedraagt, wat in het uur eene snelheid van 172,517 voet of 32,67 eng. mijlen uitmaakt. Dooreengenomen hadden de golven eene lengte van een vierde tot een derde mijl."

Uit deze beschrijving leeren wij dat men de hoogte der golven niet moet meten van het diepst van het golfdal tot de schuimkroon der golf. Na aftrek van de laatste, die deels door het zamenstooten van twee golven, deels door den wind, welke den bovensten kant van het water losrukt, gevormd wordt, moeten wij de ware hoogte der golven zóó meten, dat wij ons eene lijn voorstellen, getrokken van het diepst van het golfdal, tot het hoogst van het ligchaam van den golfberg, en die lijn dan half doorsnijden. De helft van die lijn geeft de ware hoogte eener golf boven den

waterspiegel. Maar toch is voor het praktische leven de volstrekte hoogte van het dal tot de kruin gewigtiger, want goed en bloed der menschen hangt daarvan af. En zelfs die volstrekte hoogte is niet zoo belangrijk als men gewoonlijk gelooft. Gedurende eene zeer lange reis bevond de *Venus* de hoogste golf, de opspringende kam medegerekend, slechts 22 voet hoog, wat naauwkeurig overeenkomt met eene waarneming op eene andere plaats door JAMES ROSS gemaakt. De *Venus* vond de langste golven, ten zuiden van Nieuwholland, ongeveer 450 voet lang.

De stootkracht en de snelheid der golven zijn veel meer geschikt om de bewondering op te wekken dan hare grootte. Als men weet dat bij een' hevigen storm elke vierkante voet der golfvlakte een druk van 6000 pond uitoefent, dan kunnen wij ons over de vroeger besprokene veranderingen der kusten door het geweld der zee niet meer verwonderen, maar wel moeten wij ons verwonderen over de stevigheid van vele baken, van welke sommigen reeds zoo langen tijd aan de woedende golven weêrstand geboden hebben. Die baken, havendijken en stroomleidende dammen veroorzaken dikwijls, gelijk steile oeverklippen, eene vreesselijke opstuwing der golven, die hoog bij hunne regtstaande muren opklimmen en daardoor niet zelden eene hoogte van meer dan 100 voet bereiken. Bij gelegenheid dat wij het erratische bergijs met een enkel woord bij het bergijs onzer dagen herdachten, maakten wij tevens melding (bladz. 195) van reusachtige steendijkblokken, die in de noordelijke vlakten van Zwitserland en op de zuiderhellingen van het Juragebergte liggende, duidelijk afstammelingen van de berner Alpen bleken te zijn; en nog vroeger werden wij opmerkzaam gemaakt op de zwerfblokken van de noordduitsche vlakte. Het vervoeren, zoo wel van de eersten als van de laatsten, schreef men vroeger vrij algemeen aan het water toe, maar wat de golven der opgeruide zee tegenwoordig vermogen, geeft weinig grond voor die verklaring. De beroemde engelsche geoloog CHARLES LYELL — welke de groote verdienste heeft van de geologen het eerst oplettend er op gemaakt te hebben dat men, bij de verklaring van geologische verschijnselen, vóór alles zien

moet hoe men daarbij uitkomt met de krachten der natuur, die nog heden ten dage in werking zijn, vóór dat men aannemen mag dat die krachten in den voortijd onzer aardgeschiedenis een veel grooter geweld uitoefenden, heeft ook moeite gedaan om feiten te verzamelen die bewijzen dat de zee eenmaal groote steenblokken vervoerd heeft. Doch die feiten zijn niet van dien aard dat zij die gemelde oude verklaring van het vervoeren der erratische blokken ondersteunen kunnen, en daarom twijfelt men tegenwoordig niet meer aan de gegrondheid van het gevoelen: dat de erratische of zwerfblokken door drijvende ijsbergen, maar de blokken op den zuidrand der Jura, als steendijkblokken, door voormalig bergijs naar hunne tegenwoordige ligplaatsen gevoerd zijn.

Lyell geeft echter eenige voorbeelden waaruit het groote geweld der zee bewezen kan worden. Een blok van 8 voet 2 duim lengte, 7 voet breedte en 5 voet 1 duim hoogte, en dus van ongeveer 260 kubiekvoet inhoud, werd 90 voet ver voortgespoeld; een ander bijna even groot, 150 voet ver en wel bergopwaarts. Maar wat beteekenen die steentjes bij den pierre à Dzo (figuur 27 op blz. 196) en bij het bloc monstre van Charpentier, dat 161,000 kubiekvoet inhoud heeft? Ook de schepen, die bij de aardbeving van Lima ver landwaarts in geslingerd werden, gaven ons groote bewijzen van de voortstuwende of stootkracht van de golven der zee.

De golving of undulatie heeft bij hevigen wind zeer snel plaats, zoo dat eene golf in eene korte tijdruimte eene groote plaatsruimte doorloopen moet. Dit is echter, zoo als wij reeds weten, slechts schijnbaar: het water dat de golf vormt die bij den voorsteven van het schip aankomt, is niet meer hetzelfde dat de golf aan den achtersteven van het schip vormt, al schijnt dit ook zoo. Het is niets anders dan de watermassa die onder het schip ligt en door de voortgaande golfbeweging doorloopen wordt. Sir James Ross berekende de snelheid der golfbeweging van eene zeer onrustige zee op 89 eng. mijlen in het uur, en de ruimte tusschen twee op elkander volgende golven op 1900 voet.

Die afstand van de eene golf tot de andere is zeer hinderlijk

voor stoombooten met schepradmachines, omdat de raderen van het schip, dat afwisselend op de kruinen der golven stijgt, even zoo dikwijls afwisselend boven water komen en slechts de lucht slaan. Zoo staakt niet slechts, voor dat oogenblik, de werking der raderen, maar daardoor moet ook de machine spoediger verslijten, omdat, ten gevolge van den geringeren tegenstand der lucht en van den sterkeren van het water, de vaste, aanhoudende gang der machine telkens afgebroken wordt. In dit opzigt hebben de schroefstoombooten een voordeel, daar de schroef, die onmiddellijk vóór het roer geplaatst is, bijna altijd onder water blijft. De *Leviathan* moet, naar men wil, door zijne buitengemeene lengte en door vereeniging van schroeven en raderen al die bezwaren overwinnen. Als aan den anderen kant het gevaar niet grooter wordt voor het springen der stoomketels, ten gevolge van de kolossale grootte der machines, dan is er niet aan te twijfelen of door vergrooting der schepen zal men de uitwerking van den storm misschien voor het grootste gedeelte onschadelijk kunnen maken.

Tegenwoordig kunnen wij nog niet zonder vrees denken aan de mogelijke gevaren, die er door eene, zoo het schijnt, roekelooze vergrooting der stoombooten, in de gevolgen ontstaan kunnen. Doch daarbij is het gepast om ons aan de bezorgdheid te herinneren waarmede men den eersten stoomwagen verwachtte. En is het de eerste diligence beter gegaan? Wij mogen hier misschien drie parallellen trekken: vrachtkar en zeilschip, diligence en tegenwoordige stoomboot, stoomwagen en Leviathan met zijne nakomelingen.

Die geene kennis van de werktuigkunde bezit, kan zich bezwaarlijk een denkbeeld vormen van de zekerheid dier wetenschap, in het vooruit berekenen van de uitwerkselen en gevolgen harer scheppingen.

De tijd is misschien niet meer ver af waarin de mensch wel is waar geene balken zal leggen onder de oppervlakte van het water, maar waarin de wateren de veilige hoofdweg zijn zullen voor het verkeer der menschen van verschillende werelddeelen.

De luchtzee, op welker bodem de menschelijke mierenhoop wemelt, belacht tot heden nog onze zwakke, misschien zeer verkeerde pogingen om in haar op te stijgen. De waterzee wil ons zelfs niet altijd op hare oppervlakte dulden, en als wij naar beneden in hare diepten afdalen willen, dan wijst zij ons gebiedend af uit haar rijk en naar dat der gassen en dampen terug. Sedert den tijd van DAEDALUS en dien van MONTGOLFIER is er altijd nog van den dampkring als reisweg te vragen, zoo als eenmaal FRANKLIN vroeg: „wat nut doet een pasgeboren kind?” Maar van de druipend vloeibare wateren mogen wij met volle regt verwachten, dat het der rusteloos voortschrijdende natuurkunde eenmaal stellig gelukken zal haar volkomen aan onze magt te onderwerpen.

De zee, welke wij reeds eens de „groote geheimzinnige” noemden, is dat thans niet meer in die mate als zij het was vóór de dagen van ARISTOTELES en PLINIUS; van eene scheidende groeve is zij reeds lang eene verbindende brug geworden. Maar al wankelt die brug nog, juist daardoor noopt zij de menschen, die er over gaan, om vast en zeker op hunne voeten te staan.

En al moge het ons toch nimmer volkomen gelukken, om onzen titel van „heer der schepping” ook door de wereldzee als welverdiend te zien erkennen, maar zal de loerende daemon ten allen tijde slagtoffers eischen, — die ervaring en dat vooruitzigt, hetwelk ons nooit voorzigtiger maken zal, noch voorzigtiger maken kan, mag ons toch aan het slot van onze zeebeschouwing tot het trekken van eene parallel aanleiding geven. Hebben Herculaneum en Pompeji de menschen voorzigtiger kunnen maken? Voor het dreigende, en slechts aan weinigen zijne bedreiging ten uitvoer brengende gevaar, hebben nog slechts vreesachtige gemoederen ontzag. Het in een’ anderen zin waarschuwend uitgesprokene *après nous le déluge* is hier volkomen van toepassing. Die altijd slechts aan zijne veiligheid denkt, neemt geen deel aan den vooruitgang der menschheid, maar zal ook geen deel aan zijne vruchten hebben. Geen schipbreuk blijft zonder leering voor die gered zijn geworden.

TWEEDE AFDEELING.

DE WATEREN VAN HET VASTE LAND.

De bronnen. Afkomst van het bronwater uit den dampkring. Plaatselijke voorwaarden voor het ontstaan van bronnen. Fig. 41, 42, 43, 44. Hongerbronnen. Arteser putten. Fig. 45. Heete bronnen. De geysers van IJsland. Verband tusschen de heete bronnen en het vulkanismus. Natuurlijke en kunstmatige mineraalbronnen. Tusschenpoozende bronnen. Fig. 46, 47. De Abbé PARAMELLE. Zinkputten. Katabothra. Kephalaria. Waterval. Beek. Wildbeek. Rivier. Lengte van de grootste rivieren. Waterrijkdom der rivieren. Afwisselingen in het waterpas. Verschijnselen van stroomend water. Brak water. Stroomgebied. Continentaalstroomen. Bewatering. Vega. Fig. 48. Stilstaande wateren van het vaste land. Moeras. Plas. Vijver. Meer. Bijzonderheden van verschillende meren. Hoogteligging. Zirknitzermeer. Alpenmeren.

Concordia res parvae crescunt.
Oud-hollandsche spreuk.

De kleine dampblaasjes van den nevel en de wolken verbinden zich, hoe gering hare kracht ook zij, tot eene eendragtige zamenwerking, waardoor zij ten laatste de levenwekkende magt vormen die het aardrijk doordringt.

In dit gezegde ligt tevens de beantwoording der vraag naar de afkomst van de wateren van het vaste land opgesloten. Men wil zich soms wel eens verbeelden dat de bronnen onderaardsche vergaderbakken van water zijn; maar als er zulke zijn, wat wij niet ontkennen, dan zijn zij toch geenszins de punten waarop de omloop van het bronwater een aanvang neemt, maar eerder slechts stations op den weg van het water, waar het omloopende element een weinig langer vertoeft dan op zijn' vlugtigen wolkenzetel. Wij hebben eigenschappen van het water leeren kennen, waaruit ons gebleken is dat het tot die stoffen behoort, welke het vatbaarste zijn om zich naar alle omstandigheden te schikken; dat het eene stof is die alles doordringt, maar zich aan niets onafscheidbaar hecht; die boven andere stoffen de vatbaarheid heeft om gemakkelijk eenen der drie agregatietoestanden, waarin de lig-

chamen zich vertoonen, aan te nemen; dat is: als damp die de lucht in ligtheid overtreft, als vloeibare regendruppelen en als rotsenvormend ijs. Hier trekt het trotsch als een bruischende stroom door het land, daar verschuilt het zich in het hout onzer meubelen welker droogheid wij zouden durven bezweren, of in het kristal dat het glas krast, zoodat er de kunst van den scheikundige en de kracht van het vuur toe gevorderd worden om den verborgen kobold er uit te doen wijken.

In de zee zagen wij het water in zijne geweldige grootheid, als 't ware, in zijne openbare handelingen; als water van het vaste land verdeelt het zich millioenmalen in scherp begrensde, kleine rijken, en is daarbij toch zelf onbegrensd; want spant zich niet, tusschen de bronadertjes der europeesche bergen en den verren Amazonestroom, in onafgebroken zamenhang de luchtzee uit, die altijd water bevat? Daarom mogen wij zeggen en moeten er ons thans, als voorbereiding voor de volgende afdeeling, aan herinneren, dat wij, waar wij ons ook bevinden, door water omringd zijn, en dat wij ons naar ziel en ligchaam onaangenaam gevoelen, als de aan vochtigheid arme oostewind onze huid uitdroogt en onze longen ziek maakt.

Als wij ons de geologische afkomst van het water herinneren, zoo als wij die op bladz. 294 ontwikkelden, dan kunnen wij niet gelooven dat het water aan de aarde oorspronkelijk eigen, en het dus onafhankelijk zou zijn van den later gevormden dampkring, en van de voorwereldlijke zee die er uit nedergedaald is. Ja, zelfs het water dat kokend uit de spleten der aardkorst in den omtrek van vulkanischen gloed opborrelt, kan daar slechts langs omwegen aangekomen zijn, die het nooit te lang of te moeijelijk zijn.

De vormen, in welke het water uit de atmospheer zich op de aarde nederlaat om daar voor langeren of korteren tijd, maar nooit aanhoudend, zijn verblijf te houden, zijn ons bekend. Ook kennen wij door jaarlijksche waarnemingen den aftogt van het atmospherische water naar het binnenste der aardkorst, en volgen het daarom thans daar niet heen. Maar wij zoeken naar de punten,

waar het niet verlorene en niet voor verliezen vatbare weder te voorschijn komt, als nooit wegblijvende trooster voor het smachtende leven; want tot aan die punten zijn de wegen van het water dikwijls zoo geheim en verward dat de wetenschap ons als gids moet dienen.

Er zijn weinig woorden in de menschelijke taal, die, als wij hen hooren uitspreken, zoo vele en zoo diepe gedachten bij ons opwekken als het woord bron. De van dorst versmachtende ziet daarin de voorwaarde tot een nieuw leven; maar ook, zonder eene zoo dringende aansporing, wie is er die aan eene bron kan denken zonder zich het schoone beeld van oorspronkelijkheid en levensvolheid voor den geest te brengen? Daarom is dat woord ook toegepast geworden op alles wat een begin geeft aan eene reeks van zamenhangende gevolgen.

Wij beginnen dus onze beschouwing van de stroomende wateren van het vaste land, met de bronnen.

Omtrent het zamenhangen van bronnen met het atmospherische water waren reeds in de oudste tijden alle goede waarnemers meer of min eenstemmig, zelfs toen men nog niet door goede middelen om dien zamenhang af te meten, in staat was om te bewijzen dat eene landstreek in dezelfde mate met bronnen gezegend is, in welke zij door regen, sneeuw of daauw bevochtigd wordt, en dat regenlooze landen arm aan bronnen, of wel geheel daarvan ontbloot zijn. Vitruvius, ten tijde van Caesar en Augustus, is de oudste schrijver die de atmospherische afkomst van de bronnen aantoont, en zonder voorbehoud aanneemt. Hij kan, als bouwkundige, de beste gelegenheid gehad hebben om zich, waar hij in den grond liet graven, van de waarheid der zaak te overtuigen.

Evenwel zijn er in de laatste tijden andere wijzen in de wereld gekomen, waarop men de vorming van bronnen zocht te verklaren, welke, wel is waar, vele aanhangers vonden, maar toch zeer onnatuurlijk zijn. Vooral Mariotte heeft door zorgvuldige nasporingen in het stroomgebied der Seine bewezen, dat de hoeveelheid van het atmospherische water, hetwelk dáár alle jaren valt, meer dan voldoende is om al het water te verschaffen dat de Seine in zee uitstort.

De voornaamste tegenwerping die men langen tijd tegen de ware opvatting van de bronvorming gebezigd heeft, en waarbij men zich op de ondervinding van tuinlieden en boeren beriep, was het verschijnsel dat men, zelfs na aanhoudende regenvlagen, ja zelfs na een' langen winter met veel sneeuw en regen, den lossen, aan humus rijken aardbodem slechts weinige voeten diep vochtig bevond, en dat men onder die vochtige laag geen doorgezijpeld water aantrof. Het was vooral DE LA HIRE die deze zaak onderzocht, en wiens onderzoekingen alle daarop uitliepen dat zij de praktische ondervinding der boeren bevestigden. Maar door vergelijkende waarnemingen bevond men weldra dat losse, sponsachtige aarde juist het minst gunstig is voor het dieper indringen van het atmospherische water. Daarbij komt dat de humus van den bouwgrond, voornamelijk de modder, zeer veel water opnemen kan en dan toch nog droog schijnt, en dat het alzoo sterk en aanhoudend regenen moet, als er zoo veel water overblijven zal dat het verder naar beneden kan doorzakken. Wij herinneren ons dat een sterke zomerregen, in het noorden van Duitschland, in 24 uren slechts 1 duim water geeft (blz. 80) waarvan natuurlijk niets tot eene groote diepte verzinken kan, zelfs niet door eene slechts weinige duimen dikke laag van teelaarde heen, maar dat het integendeel in deze vastgehouden en voor het grootste gedeelte door verdamping en door de planten weder naar boven gevoerd wordt. In die waterhoudende kracht der teelaarde ligt juist de voorkeur die haar door den plantengroei gegeven wordt boven een' zand- of steenachtigen bodem. De lossere aardlagen zijn dus niet de poorten waardoor het water in de aarde opgaat, maar de gebarstene en gekloofde oppervlakte van bergen, grindvelden, zandgronden enz. Dáár zijpelt het water door de voegen en spleten der gesteenten heen tot naar groote diepten, waar de mijnwerker het overal vindt en het niet zelden met de pompmachines spot, zoodat de groeven „verzuipen." Ja zelfs in gesteenten zonder zigtbare barsten en steeds het meest in de diepste gangen zijn de rotsmuren vochtig, wat de donkerder kleur der steenen aantoont, door welke zich elke opgebragte karrevracht van de vori-

gen onderscheidt. In den stillen nacht, verre van de zegen verspreidende luchtzee verwijderd, weet toch de mijnwerker het, daar beneden in de groeve, wanneer het op de oppervlakte der aarde regent. Men heeft tot op eene diepte van 2000 voet waargenomen, dat het water, hetwelk uit de voegen der steenen zijpelde, eerst in de bovenste, en eenige dagen later ook in steeds lager liggende gangen te vinden was. In den zomer, als de warmte en het plantenrijk een groot gedeelte van het vallende regenwater opdrinken, heeft een sterke regen op zulke groeven minder invloed, dan een minder sterke regen in den winter, wanneer die beide oorzaken vervallen.

Reeds van oudsher hebben deze waarnemingen den bergwerker geleerd zijne mijngangen niet in barstige steensoorten of in de nabijheid van dalen te maken; hij leidt aan de oppervlakte der aarde, door het graven van greppels met sterk verval, het „dagwater" uit den omtrek der mijnen weg, om te beletten dat het den tijd heeft te verzinken en zijne groeven nat te maken.

Eene andere tegenwerping tegen den atmospherischen oorsprong der bronnen, berust inderdaad op niets anders dan op een ommekeer van oorzaken en gevolgen. Men zeide dat de rivieren die in de Alpen ontspringen, de Rijn, de Po, de Inn, de Rhône en anderen, in den winter, wanneer toch noch smeltwater, noch regenwater hare bronnen voeden, waterrijker zouden zijn dan in den zomer. Maar juist het tegenovergestelde is de waarheid. Het is bekend aan de Rijnoeverbewoners, boven het meer van Constanz, dat die rivier bij aanhoudende warmte door het sterker afsmelten van het bergijs wast, terwijl andere rivieren, maar die niet op de Alpen geboren zijn, dan steeds armer aan water zijn. Daarom is het peil van het meer van Constanz in Junij en Julij gewoonlijk 6 voet hooger dan in den winter; een overvloed van water die bijna door den Rijn alleen wordt aangevoerd. De gidsen op de Alpen nemen niet zelden zelfs den tijd van den dag in aanmerking, daar zij weten dat deze of gene beek bij het aanbreken van den dag bijna droogvoets over te trekken is, terwijl dat niet mogelijk is in de eerste uren na den middag.

Naast deze beide tegenwerpingen, die wij gezien hebben dat

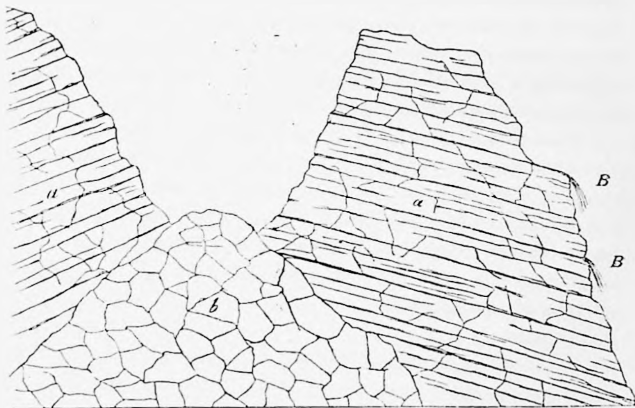
geen steek kunnen houden tegen de ware verklaring van de afkomst der bronnen, zijn er nog vele dergelijke gemaakt, van welke ik slechts eenigen kortelijk vermelden wil, daar zij zich gemakkelijk laten wederleggen. Zoo willen sommigen dat het bronwater het voortbrengsel is van de destillatie van groote onderaardsche waterkommen door het centraalvuur. Anderen willen dat het onderaardsche water door de kapillariteit der aarde (bladz. 28) opgeheven wordt, of dat er door dunne buisjes, die het water der zee opzuigen, bronnen zouden kunnen ontstaan. Deze beide zienswijzen berusten, wel is waar, op feiten en werkelijk voorkomende omstandigheden, doch daarom zijn die afzonderlijke feiten nog niet geschikt om er de bronvorming in het algemeen door te mogen verklaren. Men riep vooral die haarbuisaantrekking te hulp bij het verklaren van de aanwezigheid van bronnen op hooge bergen, niet ver van de kruin af gelegen. Maar ook dáár is het vallen van atmospherisch water niet gering, en vele zulke bronnen vond men bij droog of nat weder in dezelfde verhouding armer of rijker aan water worden. Hoe het ook zij, elke verklaring die de bronnen niet aan het water der atmospheer toeschrijft, berust op de veronderstelling van een oorspronkelijk, om zoo te zeggen van een voorwereldlijk water in de diepten der aardkorst, wat met de gangbare theorie der aardvorming volkomen onbestaanbaar is.

De afkomst der bronnen uit atmospherisch water dus voor bewezen aannemende, wenden wij onze opmerkzaamheid naar de plaatselijke voorwaarden tot bronvorming.

Vóóraan plaatsen wij de naauwe betrekking tusschen deze en den bouw der aardkorst. Wij weten dat de gesteenten onderscheiden worden in zulke die in lagen liggen en andere die niet laagsgewijs gevormd, die massief zijn. Al hebben beide soorten nu ook zulk eene structuur waardoor beide tot de verbreiding en het doortrekken van het water geschikt zijn, zoo valt het toch in het oog dat de laaggesteenten geschikter moeten zijn om dat te doen dan de niet in lagen liggenden; daar de eersten, ter geleiding van het water in eene bepaalde rigting, voegen hebben welke de laatst-

genoemden niet bezitten, namelijk de voegen der lagen [1]. Die laagvoegen oefenen een' zeer merkbaren invloed uit op den waterrijkdom van een dal welks wanden uit laaggesteenten bestaan. Vroeger zagen wij dat de laaggesteenten slechts zeldzaam in de oorspronkelijk horizontale ligging, waarin zij afgezet werden, gebleven zijn, maar in tegendeel door plutonische massaas of niet gelaagde rotsen veelvuldig opgeheven en doorgebroken en hunne brokstukken in eene schuinsche ligging gebragt zijn. (bladz. 140) Op die wijze zijn er zeer vele dalen gevormd geworden, wat figuur 41

Fig. 41.



Invloed van de voegen der lagen op het te voorschijn komen van bronnen.

---

[1] Onder voegen der lagen verstaat de geoloog de grenzen door welke de afzonderlijke lagen van een laaggesteente van elkander afgescheiden worden. Wel ligt, in die voegen, de eene laag digt op de andere, doch zij zijn in de voegen niet met elkander verbonden en veroorloven dus het water er tusschen te dringen. Eenige stukken glas op elkander gelegd kunnen ons een laaggesteente voorstellen. Elke glasplaat is eene laag en waar twee elkander aanraken is eene voeg. De verschillende kleuren, hardheid, dikte enz. der lagen van een laaggesteente laten zich daardoor verklaren, dat er in den langen tijd harer bezinking veelvuldige veranderingen en omkeeringen in het afzetten der massaas hebben plaats gehad.

ons duidelijk zal maken. Wij zien eene dwarse doorsnede door een overlangs loopend of lengtedal dat tot de zoogenaamde „verheffingsdalen" behoort, wijl het daardoor ontstond dat een uit het binnenste der aardkorst oprijzend plutonisch gesteente *b*, een laaggesteente, dat er horizontaal boven lag, door midden brak en de beide helften, welke daardoor gevormd werden, een weinig aan de eene zijde ophief, en in eene schuinsche, aan weêrszijden links en regts afloopende ligging *a a* bragt. Deze wijze van dalvorming zien wij ongeveer voorgesteld door de egge van den boer, welker pennen niet gelijk het ploegijzer de aardkluit omkeeren, maar die slechts langs de zijwanden der vore, welke het lengtedal voorstelt, de aarde eenigzins opschuiven en als opheffen. Het is wel in te zien dat de voegen der lagen van de beide wanden van laaggesteenten door dat opbreken in eene schuins naar beneden en naar buiten gerigte helling moeten geraken. Op figuur 41 zien wij zulks aan de schuinsche lijnen in de beide dwars doorgebrokene gedeelten van het laaggesteente: die schuinsche lijnen nu zijn de voegen der lagen. Behalve door die voegen zien wij ook nog dat de afzonderlijke lagen door onregelmatige lijnen doortrokken worden. Dit zijn de barsten welke ontstaan zijn, gedeeltelijk door de drukking die de op elkander liggende lagen onderling uitoefenen, gedeeltelijk door eene ongelijkmatige ineenkrimping bij het verharden en uitdroogen. Daar nu die voegen en barsten de wegen zijn langs welke het indringende regenwater zich beweegt, zoo kunnen wij, eenvoudig door de bezigtiging onzer figuur, reeds begrijpen dat het dal arm aan water zijn moet. Al is het dat het water uit de barsten van elke afzonderlijke laag in onregelmatige bewegingen, *en zigzag*, naar beneden vloeit, het wordt toch door de eerstvolgende voeg, zoo dra het die bereikt heeft, opgenomen en naar weêrskanten naar de buitenzijde van de heuvels gevoerd die het dal vormen, en slechts aan die buitenzijden kunnen er aan beide kanten bronnen te voorschijn komen, zoo als de letters *B. B.* aantoonen.

Men noemt die schuinsche ligging der lagen, met de horizontale vergeleken, het invallen of inschieten, het hellen der

lagen, en die rigting waarin zij naar de windstreken loopen, in vergelijking met den meridiaan van de landstreek, het strijken of de rigting. Men zegt dus b. v.: een laaggesteente rigt zich of strijkt van het zuidoosten naar het noordwesten, wat zeggen wil: een bergwand loopt van Z.O naar N.W., en valt in, schiet in of helt onder 70 graden, naar Z. W. N. of O.

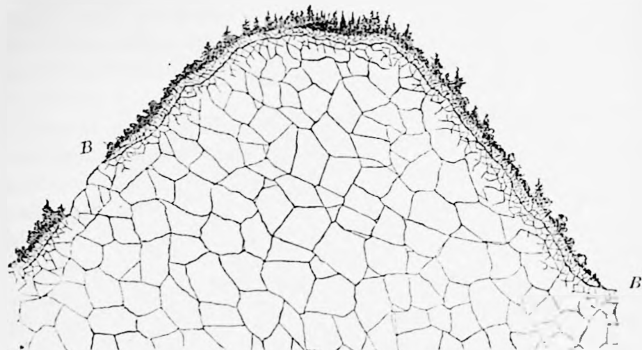
Zoo zien wij dus dat de verbinding en de ligging van de verschillende steensoorten, waaruit de aardkorst zamengesteld is, een groot aandeel nemen aan de bronvorming; en onze lezers zullen voortaan, als zij eens een reisje naar de Alpen maken, in vele gevallen door een' vlugtigen blik op de rotsmuren zich verklaren kunnen, waarom een dal rijk of arm aan bronnen is, en waarom ten gevolge daarvan de uitstekende gedeelten dier rotsmuren of kaal of met planten versierd zijn; welke vooral daar in de voegen en barsten met kracht en leven hunne wortelen indringen, waar vochtigheid er uit te voorschijn komt.

Na datgene wat wij op bladz. 140 over den invloed van de ligging der lagen op de verwering gezegd hebben, kunnen wij thans gemakkelijk nagaan dat er uit rotsmuren die uit horizontaal gelegene lagen bestaan, als zij namelijk niet zeer barstig zijn, slechts weinige bronnen te voorschijn zullen komen, daar de bovenste laag, als 't ware, voor alle ondergelegenen een dak tegen den regen vormt.

Wij gaan nu over tot de beschouwing van zulke plaatselijke voorwaarden der bronvorming die niet van de ligging der steenmassaas alleen afhangen. In de eerste plaats vinden wij hier het bosch, dat wij reeds vroeger als een bronvormer leerden kennen.

Figuur 42 stelt eene loodregte doorsnede voor van een' begroeiden berg van een niet laagsgewijs of een massief gesteente; stellen wij graniet. Gelijk op figuur 16 (bladz. 144) zien wij ook hier onder de teelaarde en vóór dat wij den vasten steen bereiken, eene vrij dikke grindlaag, gevormd uit de bovenste granietlaag, die door verwering in groote en kleine brokken veranderd is. Naar boven gaat deze laag langzamerhand over in de humus-

Fig. 42.

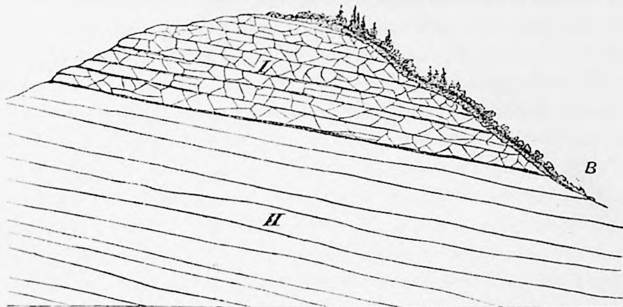


Eerste wijze van bronvorming. *B. B.* Bronnen.

laag, die op alle woudbergen steeds rijk is aan verrotte houtsplinters en meestal door tallooze moshoopjes en graszoodjes losgehouden wordt, zoo als op bladz. 142 beschreven is. In zulk een bodem is het niet moeijelijk voor het regen- en smeltwater om door te dringen en het doet dit ook tot het bij al fijner wordende barsten komt. Geschiedt dit indringen in de barsten der rotsen niet, zoo als op onze figuur, bij een' afzonderlijk staanden berg, maar op zekere plaats van eene groote bergmassa, dan zal het water, naar de ondervinding van den bergwerker, op de vorige bladzijde vermeld, steeds dieper en dieper dringen, tot dat het eindelijk, misschien na mijlen lange omwegen, ergens in eene dalkloof of aan den voet van den berg als bron te voorschijn komen zal. Bij onzen losstaanden berg op de figuur is echter de weg korter en eenvoudiger. Het water zinkt niet diep in de barsten, maar blijft in en onder de grindlaag, in de bovenste laag van het ongeschondene gesteente, en komt ter linkerzijde, reeds boven het midden van de hoogte van den berg, op de kale plaats *B*, waar het als bron naar buiten treedt. Aan de andere zijde, waar het bosch tot in het dal afdaalt, ligt het bronpunt laag aan den voet van den berg bij *B*.

Eene andere voorwaarde van bronvorming zien wij in fig. 43.

Fig. 43.

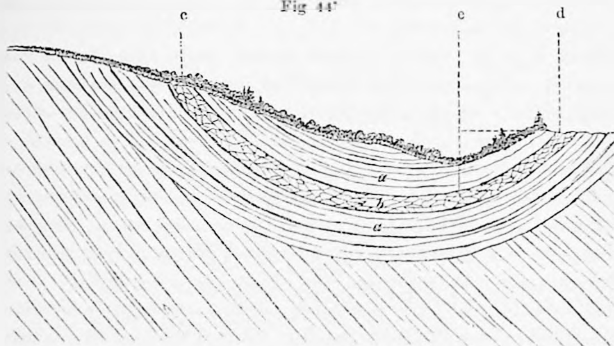


Tweede wijze van bronvorming.

Een heuvel bestaat voor de onderste helft, II, uit steenlagen die geen water doorlaten en is daarentegen in de bovenste helft, I, uit barstige, doorlatende lagen zamengesteld. Tevens zijn beide overeenstemmend van links naar regts afhellende en gevolgelijk zullen wij aan de linkerzijde geene uittrede van eene bron te wachten hebben. De regter zijde van den heuvel is begroeid en dus tot het verzamelen van atmospherisch water beter geschikt dan de kale linkerzijde, waarvan een groot gedeelte van het water afvloeijen zal vóór dat het door de voegen en barsten, welke van hier uitgaan, kan opgenomen worden. Het punt, waar de bron uittreden moet, is dus noodzakelijk bij B te zoeken, daar het water van de voeg, welke de doorlatende en niet doorlatende lagen scheidt, in de laatsten niet dieper naar beneden dringen kan.

In beide hier genoemde gevallen had het opwellen der bronnen plaats zonder eene groote hydrostatische drukking, bijna was het gelijk aan een eenvoudig afglijden naar de onderste gedeelten van eene afhellende watergoot. De zaak wordt echter meer ingewikkeld als de bron het voortbrengsel is van eene waterhoudende laag, die tusschen niet doorlatende, waterdigte lagen als ingesloten is, maar op zekere hooggelegene plaats aan het daglicht komt en dus geschikt is

om regenwater op te nemen. Zulk eene verhouding verwekt een waar stuwen, een zamenpersen van het water. Wij zien dit in figuur 44 afgebeeld. Een komvormig liggend laaggesteente van niet door-



Derde wijze van bronvorming.

a a. Nietdoorlatende lagen. *b.* Waterhoudende laag. c. Plaats waar het atmospherische water inzakt. d. Bronpunt. e. Arteser put.

latende lagen *a a* sluit eene waterhoudende laag *b* in, en de eene zijde van de doorsnede dezer lagenkom, de linker, stijgt hooger op dan de andere. Het water nu dat links door het hoogste punt c van de laag *b* opgenomen is, zinkt in haar naar beneden, en daar het er niet eerder dan aan de overzijde bij d weder uitkomen kan, zoo stijgt het weder opwaarts en vindt daar zijn bronpunt. De bron, die hier opwelt, komt dus op eene hoogte uit den vlakken grond voort, en zelfs met eenige kracht, want de drukking van de geheele watermassa die tusschen de waterdigte lagen ingesloten is, rust er op. Als het punt c nog hooger boven het punt d gelegen, het waterhoudende gesteente minder eene laag dan wel eene ader en er tevens, zoo als nu, in het geheele verloop tot punt d geen uitweg voorhanden was, dan zou de bron, zelfs op die plaats, met zekere kracht uit de opening omhoog springen, zij zou een natuurlijke arteser put zijn. Doch onder zulke omstandigheden zou er ook gelegenheid tot een' kunstmatigen arteser put bestaan. Boort men bij e een put tot in de water-

houdende laag *b* dan moet het water, door den hydrostatischen druk welke van punt c uitgaat, met geweld naar buiten geperst worden en zal mogelijk wel tot de hoogte van het waterpas van het natuurlijke bronpunt d opspringen, wat de horizontale, gestippelde lijn aantoont.

Dit zijn de wezenlijke voorwaarden onder welke bronnen te voorschijn komen kunnen, waarbij wij voorshands nog geene melding maken van de temperatuur en van vreemde stoffen die in het water opgelost zijn.

Onmiskenbare bewijzen voor de afhankelijkheid der bronnen van het atmospherische water, geven de zoogenaamde hongerbronnen of hongerwellen. Zij geven nu eens veel dan weinig, dan weder in 't geheel geen water, al naar dat het in den kleinen omtrek, die haar water toevoert, veel, weinig of in langen tijd in 't geheel niet geregend heeft. Natuurlijk kunnen slechts zulke bronnen hongerbronnen zijn, welke haar water ontvangen uit een' zeer beperkten en niet zeer hoog gelegen omtrek.

Wij herinneren ons nu aan de gevallen die wij vroeger (bladz. 119) naar Boussingault, opgesomd hebben, waar het uitroeijen van bosschen, het uitdroogen van bronnen ten gevolge had, en kunnen ons nu gemakkelijk verklaren hoe bergwerken, het aanleggen van spoorwegen, het boren van putten en dergelijke omwroetingen in de aardkorst van invloed zijn kunnen op het bestaan der bronnen.

Als wij nu tot de beschouwing van de zoo belangrijke en zegenrijke arteser putten overgaan, moeten wij echter niet vergeten, om te begrijpen hoe het mogelijk is dat zij op groote uitgestrekte vlakten geboord kunnen worden, dat de onderaardsche zamenhang der gesteenten zeer ver reikt; en dat men er zelfs, na vele vergeefsche pogingen, in geslaagd is om arteser putten te boren te Venetie, dat in eene lagune van de zee en ver van gebergten af gelegen is, kan ons niet verwonderen, want wij weten dat het niet een werk van gnomen en kaboutermannetjes is om het water uit de diepte naar boven te stuwen, maar dat het oprijzen van water op zekere plaats steeds vergezeld moet gaan van een afdalen, op eene andere, hooger gelegene aangevangen.

De oudste leisoorten en andere laagsgewijze gesteenten, zoo als gneis, schilferglimmer, en de lagen van overgangsformatiën, die men thans veelal onder den naam van graauwakke zamenvat, of ook de devonische groep heet, komen soms in uitgestrektheden van honderde vierkante mijlen voor, en zijn meestal door plutonische gesteenten doorgebroken, meer of min opgerigt, en dus in eene hellende ligging gebragt. Zulke hellende, onder een' kleinen hoek inschietende lagen komen misschien slechts op die plaatsen boven de oppervlakte der aarde uit, waar zij door het opheffende gesteente doorgebroken werden, en zijn naar de zijde van hunne helling door jongere lagen en bovenop door teelaarde en aangespoeld land bedekt. Daar nu de hellinghoek in zulke oude lagen dikwijls over groote uitgestrektheden volkomen gelijk blijft, zoo kan de bergbouwkundige, als hij weet waar ergens zulk eene laag boven den bodem uitsteekt, ook verre daarvan verwijderd, de laag weder in de diepte aanwijzen, als hij zich de lijn van die helling in zijne gedachten onder de aarde voortloopende voorstelt; hij weet dan hoe diep hij boren moet, ver van de plaats waar de laag onder de aardkorst opschuift, om haar toch daar beneden weêr aan te treffen. Dit is een onderwerp voor de *markscheidekunst*, eene kunst die in bergachtige landen alleen hare toepassing vindt, en welke ten doel heeft om den onderlingen afstand der plaatsen en de grenzen der uitgestrektheden of der *bergrefiere* [1] te bepalen, de punten op en onder de oppervlakte der aarde met elkander in overeenstemming te brengen, en het strijken en vallen of de rigting en het hellen der mijnen na te gaan. Zij is dus een onderaardsch landmeten.

Als de naam arteser put beteekenen moet dat het boren van zulke putten het eerst in het graafschap Artois uitgevonden is, dan is hij onverdiend, want er is geen twijfel aan of zij zijn sedert veel langeren tijd reeds in China in gebruik. Ook aan de oude egyptenaren waren zij bekend, want de woestijnen van Thebe

---

[1] De bergwerker, ten minste de saksische, noemt het gebied, waarin hij zijn ambt uitoefent, *die Refier;* de houtteeler het zijne *das Revier*.

en Garbe waren, om zoo te zeggen overal van arteser putten voorzien. Door vervallene arteser putten worden de oasen in die groote zandwoestijnen gevormd, waarin zij vroeger welvaart en vruchtbaarheid verspreidden.

Uit China zou de kunst om arteser putten te boren eerst naar Rusland gekomen zijn, en in Europa zou de oudste, en wel in 1126, te Lillers, in het departement Pas de Calais, geboord zijn geworden. In het land van Modena schijnen de arteser putten het eerst in het groot aangelegd te zijn geworden.

Dat het graafschap Artois zijn naam aan die nuttige putten gegeven heeft, schijnt vooral een gevolg te zijn van de omstandigheid, dat dáár overal de heuvels en bergen uit lagen van een' zeer barstigen kalksteen bestaan, waar het atmospherische water gemakkelijk in wegzinkt.

Eerst sedert de laatste vijftig jaren heeft men op groote schaal gebruik gemaakt van de geologische toestanden die tot het boren van arteser putten gelegenheid geven, vooral ook in Engeland en Noord-Amerika. In Duitschland is de bergboor reeds langer dan eene eeuw bekend en haar gebruik tot het boren van putten werd, reeds in 1724, door den saksischen *Bergcommissär* J. LEUPOLD aanbevolen. In het begin werd zij echter slechts tot het boren van zoutbronnen gebruikt.

Hoezeer de gelegenheid en de mogelijkheid tot het boren van arteser putten zeer verspreid is, zoo is er toch geenszins overal op een welgelukken staat te maken, ja het is zelfs gebeurd dat eene boorproef, in de nabijheid van eenen reeds bestaanden put genomen en welke nog dieper ging, toch vruchteloos was. Maar daarentegen komt men in 't geheel niet zeldzaam, bij het boren, op verscheidene, soms vijf, boven elkander loopende wateraderen, welke gevolgelijk door nietdoorlatende lagen gescheiden zijn. Somtijds hebben twee, digt naast elkander geboorde putten in 't geheel geene gemeenschap, en soms ook heeft het boren van een' tweeden put ten gevolge dat de eerste water begint te geven.

Een arteser put te Tours heeft gelegenheid gegeven om den verren oorsprong der bronnen gewaar te worden, daar er na het

uithalen van den koker eene menigte kleine slakkehuisjes en zand uitgeworpen werd, welke zonder eenigen twijfel bewezen dat zij uit de meer dan 30 mijlen verwijderde, vochtige dalen van Auvergne en Vivarais afkomstig waren. Uit eenen put te Elboeuf kwamen kleine alen, en uit een boorgat te Bochum, in Westfalen, grondels, *Cottus gobio*. L., te voorschijn.

Het technische gedeelte van het putboren verschilt naar de werktuigen die gebezigd worden. In China gebruikt men de touwboor. Daartoe wordt een boomstam, gelijk de zweefboom in onze gymnastiekscholen, met het eene einde zóó in de aarde bevestigd, dat hij horizontaal over den grond zweeft, en gemakkelijk in eene opwippende beweging gebragt kan worden, gelijk de tongen eener mondharmonika. Aan het zwevende eind van den stam is het touw gebonden, waaraan een zwaar ijzeren heiblok tot op den aardbodem hangt. Twee mannen gaan te gelijk, snel en in dezelfde maat op het zwevende einde zitten en drukken daardoor den stam naar beneden, zoodat het heiblok tegen de boor op den grond stoot. Hoe dieper nu dat zoo in de aarde gestooten gat wordt, des te meer wordt ook het touw, dat om het einde van den stam gewonden is, afgewikkeld. Is het ijzeren heiblok, dat een holle cylinder voorstelt, door het van boven daarin vallende gruis gevuld, dan wordt het met groote moeite door middel van een gangspil (haspel), en als de put reeds zeer diep is door middel van ossen er uitgetrokken en geledigd. Slechts een chineesch geduld is in staat om op die langzame manier tot eene diepte van 3000 voet, die wij nog niet bereikt hebben, te boren.

De duitsche bergboor bestaat uit eene ijzeren staaf, die gedurende het naar beneden stooten tevens in eene draaijende beweging gebragt wordt, en dus dan eerst eene ware boor geheeten mag worden, of uit eene staaf die eenvoudig slechts door stooten werkt, daar men haar, als bij het heijen van palen, opheft en vallen en zoo door haar gewigt op den bodem vergruiselend werken laat. Ook voor deze wijze van boren is er veel geduld noodig. Wat het meest nog tegenhoudt is het wegruimen van het zoogenaamde „boormeel," dat zich in het boorgat verzamelt, en om hetwelk weg te ruimen de geheele boor-

toestel eerst uit het gat gehaald moet worden. Vooral in niet zeer vaste gesteenten gaat het werk hoogst langzaam voort; zoo drong men b. v. te Artern, op den 26sten Februarij 1836, met 6300 slagen van 5 duim hefhoogte slechts 1 duim diep in den grond. Het navallen der steenbrokken van den wand van het reeds doorboorde gedeelte verhindert soms het opheffen en laten vallen van de boor ontzettend, en dan moet het boorgat met eenen koker gevoerd worden. En zoo hangt dat werk van vele andere toevallen af en is met vele zwarigheden verbonden.

Sedert het boren van arteser putten eene meer en meer gevoelde behoefte geworden is, heeft men wezenlijke verbeteringen bedacht en daardoor tijd, moeite en kosten weten te besparen. Een duitscher en een franschman hebben beide in dit opzigt groote verdienste verworven. De verbeteringen van den eersten, Kind geheeten, bestaan in het volgende. De boor is niet blijvend aan de ijzeren stang verbonden, maar nadat de laatste een eindweegs opgeheven is, laat zij de boor los, die alzoo met haar geheel gewigt nedervalt en waarbij het wrijven voorgekomen wordt van de niet mede vallende stang tegen de wanden van den put, wat de snelheid van den val vermindert. De stang, die dan naar beneden gestooten wordt, vat de boor weder, laat haar, als zij weder opgeheven is, op nieuw los en zoo vervolgens. Daardoor behoudt het boorgat altijd dezelfde wijdte en wordt het voeren noodeloos. Eene daarbij aangebragte inrigting toont tevens aan als de boor breken mogt.

Kind beproefde zijne verbeteringen in het boorgat te Mendorf bij Luxemburg. In den korten tijd van 5 jaren en 4 maanden en met de geringe kosten van 67,557 francs had hij tot 2278 voet, de grootste toenmaals bereikte diepte, verkregen. Het 1000 voet diepe boorgat van Artern heeft daarentegen 7 jaren en 16,530 thaler gevorderd. De beroemde arteser put van Grenelle te Parijs, die slechts 1738 voet diep is, heeft 15 jaar aanhoudende werkzaamheid en 260,600 francs gekost.

De verbeteringen van den franschman Fauvelle bestaan daarin dat het uithalen van het boormeel uit het boorgat vermeden wordt, waarbij anders de geheele boorstang uitgenomen moest wor-

den. Te dien einde is de geheele boorstang hol en staat van boven, door geleedde buizen, met eene perspomp in verband, welke water door de holle boorstang naar beneden stuwt, en aan de buitenzijde daarvan met het boormeel weder naar boven en buiten drijft.

Het eerste uitbreken of opwellen van het water uit een boorgat gaat dikwijls met groot geweld gepaard, en de verlangde, met opoffering van arbeid, tijd en geld verkregene straal overtreft menigmaal de verwachting zoo ver, dat men er mede verlegen wordt. Uit een boorgat in Engeland spoot het zoo juist ontboeide element met zooveel kracht op, dat het drie mannen, die het alles in den omtrek met water overstroomende boorgat weder stoppen wilden, telkens terug wierp. Bij een ander gelukte het stoppen wel, maar het water woelde onder den bodem in een' omtrek van 93 voet zoo sterk, dat men, om het instorten te verhoeden, zich haasten moest het gebreidelde element weêr los te laten. In de nabijheid van dit boorgat drijft de straal van een ander een rad van vijf voet doorsnede, dat weder eene pomp in beweging brengt, waardoor het water op de derde verdieping van een huis gebragt wordt.

De hoeveelheid van het uitstroomende water is ook bij vele arteser putten verwonderlijk groot. Een goed voorbeeld daarvan geeft de arteser zoutbron van Dürrenberg, welke op den 15[den] September 1763, toen men de doorbreking nog in 't geheel niet verwachtte, door eene gipslaag van 23 duim dikte heendrong, en binnen $2^1/_2$ uur de put, die 791 voet diep en 5 ellen in het vierkant wijd was, opvulde en toen over den grond wegvloeide; zij had dus in dien korten tijd bijna 10,000 kubiek ellen zoutwater opgevoerd. Een vlugtende werkman werd op eene diepte van 252 voet in den put door het water ingehaald, en deels door de opstuwende drukking, deels ten gevolge van het soortelijk gewigt van het zoute water, in goeden welstand mede naar boven opgeheven. Die zoo treffend zich vertoonende rijkdom aan water wijst op het bestaan van groote onderaardsche, met water gevulde ruimten, en een onmiddellijk bewijs daarvoor geeft het volgende. In den bodem

van eenen put die 90 voet diep was, in eene bierbrouwerij te Parijs, boorde men eenen arteser put, en toen men ongeveer even diep geboord had, zonk de boor, plotseling, meer dan 15 voet in eens en van zelf naar beneden, terwijl men aan hare beweging en haar trillen duidelijk zien kon, dat zij in de speling van een' hevigen stroom moest gekomen zijn. Toen men de boor met vele moeite er weder uitgetrokken had, sprong het water in een oogenblik 30 voet boven de hoofden der arbeiders uit, en moest men zich haasten om hen uit den ouden put naar boven op te halen, terwijl zij al hunne werktuigen in den steek laten moesten. Te Bages bij Perpignan was het water 10 dagen na de boring nog niet te bedwingen en alle middelen, die daartoe in het werk gesteld werden, bleken onvoldoende te zijn; ook de buizen die men om den straal heenbragt waren alle te kort; men meent dat het water tot 50 voet hoog opsprong.

Doch de arteser putten voeren niet slechts water alleen op — dat het ook zouthoudend water zijn kan hebben wij zoo even gezien, — maar ook gassen komen soms in groote hoeveelheid mede uit den put. Van die gassen moet vooral het koolzuur gemeld worden, dat voor menigen arteser put even zoo de bewegende kracht is als het dit gas is dat de champagne met een' langen straal uit de ontkurkte flesch drijft, dewijl de gasblaasjes, welke zich los maken, den wijn, die er tusschen is, met geweld medeslepen. Eene van de Nauheimer springbronnen, die wij later meer naauwkeurig bezien zullen, geeft elke minuut 71 kubiekvoet koolzuur, wat jaarlijks vijf millioen ponden bedraagt, eene hoeveelheid tot welker voortbrenging de verbranding van 15,000 centenaars steenkolen vereischt zou worden. Die ontwikkeling van koolzuur is bij eene geringe luchtdrukking, en dus bij lagen barometerstand, sterker en daarom springt alsdan de springbron hooger, dewijl het ontwijken van het ontbondene koolzuur het water tusschen de gasbellen met zich naar boven sleept. Vier weken na een' aanhoudenden regen is deze bron altijd rijker aan water, een bewijs dat zij door atmospherisch water gevoed wordt. Daardoor verliest zij echter noch warmte, noch zout, en zoo blijkt het dus metéén dat het atmos-

pherische water een' verren weg heeft af te leggen, tot aan de plaats waar het de warmte en het zoutgehalte der springbron verkrijgt.

Ook stroomt er uit arteser putten, vooral bij het eerste uitbreken van het water, niet zelden brandbaar koolwaterstofgas mede naar buiten. Uit het boorgat te Gajarino in het Venetiaansche spoot er, telkens bij het uittrekken van de boor, een straal water met gas op, waarvan de vlam drie voet hoog was, en, niettegenstaande het water, bijna een uur lang brandde. Elke herhaling van de proef deed het gevolg toenemen, zoo dat de vlam tot 30 voet lang werd, en zich over den waterstraal als een van onderen zes voet wijden lichtkegel uitspreidde. Met het afnemen van den waterstraal verminderde ook het uitstroomen van het koolwaterstofgas, maar toch brandde de vlam twee uren aaneen zes voet hoog. Zekerlijk een verrassend verschijnsel. Vuur en water, die beide aartsvijanden, door ééne opening uit het binnenste der aarde opstijgende! — Het koolwaterstofgas is het gas dat vooral in steenkoolmijnen reeds zoo dikwijls verderfelijk heeft gewerkt. Ook het zwavelwaterstofgas, door zijn' onaangenamen reuk naar vuile eijeren zoo bekend, stroomt somtijds, te gelijk met water, uit de boorgaten van arteser putten. Onder het boren van zulk een' put te Rangis, bij Melun, stroomde er, toen men de diepte van 190 voet bereikt had, en nog vóór dat men water kreeg, langen tijd dampkringslucht uit het boorgat, met eene kracht als die van den sterksten blaasbalg bij eenen hoogoven, doch welke bij tusschenpoozen zwakker werd.

Ofschoon eigenlijk hier niet behoorende, gedenken wij toch even het zoogenaamde aardvuur, of de vuurbronnen. Dit zijn of natuurlijke, of kunstmatige openingen van den aardbodem, uit welke koolwaterstofgas stroomt. Door dit verschijnsel is het schiereiland Baku, aan de westkust der Kaspische zee, reeds lang zeer bekend. In de golf van Baku dringt het gas, onder anderen, door eene 18 voet diepe plaats van het water, met zulk eene kracht omhoog, dat een schuitje daar naauwelijks kan blijven liggen. In Noord-Amerika komen zulke koolwaterstofbronnen veelvuldig voor,

voornamelijk in de staat New-York waar, b. v. bij Fredonia, in Chautauque-county, het uitstroomende gas in eenen gashouder geleid wordt en 70 tot 80 gasvlammen tot straatverlichting levert. Zulke lichtbronnen zijn het langst in opper-Italie bekend geweest en daar, gelijk overal waar zij gevonden worden, staan zij met steenoliebronnen en steenzout in verband, waaruit men tot eenen oorzakelijken zamenhang besluiten kan.

Altijd bevindt men dat het water van boorgaten, die tot eene belangrijke diepte gaan, zeer warm is, zelfs somtijds tot + 30° R. Nevens het gebruik dat men van het water zelf maakt, heeft men ook zijne warmte aangewend tot het broeijen van planten en het verwarmen van gebouwen.

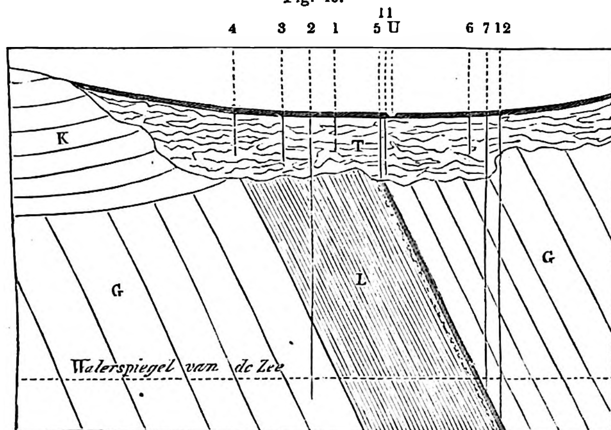
Arago maakte er het eerst opmerkzaam op, dat men door de warmte der arteser putten de warmte van het binnenste der aarde kon bepalen. Ten gevolge daarvan heeft men dan ook bevonden dat op elke 86 voet lager, de warmte der aarde 1° R. hooger wordt, wat ongeveer overeenkomt met wat men in diepe mijnen waargenomen heeft.

Uit deze beschrijving van de verschijnselen die de arteser putten vertoonen, blijkt dat bij hen de werking van eene hydrostatische drukking doorgaande regel is, die in vele gevallen door eene pneumatische drukking vergezeld wordt; de laatste ten gevolge van onderaardsche ontwikkelingen van gas, of van de drukking van de luchtzee zelve. De invloed van den regen op het meer of min water geven van arteser putten, zelfs al komen zij uit eene groote diepte, bewaart ons om tot het oude gevoelen terug te gaan, dat de drijvende kracht dier bronnen in de diepte zetelt.

Tot de belangrijkste arteser putten behooren zekerlijk de beroemde zoutbronnen van Nauheim, die tevens tot de oudsten van Duitschland behooren, en waar ter plaatse reeds sedert meer dan duizend jaren zout gezoden is. Nauheim ligt op het gebied der graauwakke, ofschoon die laag, vooral rondom de plaats zelve, door zeer jonge tertiaire lagen bedekt is, en dus niet bloot ligt. De ligging der lagen geeft te kennen dat hier eens geweldige storingen moeten hebben plaats gehad, want zij zijn uit hare oorspronke-

lijk horizontale ligging in eene meestal zeer steil oploopende rigting opgezet geworden. Onder Nauheim vindt men met de bergboor, nadat de gemelde tertiaire bezinksels doorboord zijn, eene dikke, onder eenen hoek van 72° hellende en dus zeer steil opstaande rij van lagen, in welke de boorgaten opdringen, zoo als fig. 45 ons vertoont. Nadat men zich eenigen tijd lang met de

Fig. 45.



De zoutbronnen van Nauheim.

T. Tertiaire lagen en aangespoeld land. G. Graauwakke. L. Lei. K. Kwarts. N°. 7 de oude bron. N°. 12 De nieuwe groote bron Friedrich Wilhelm. U. bed der Usa.

gedeeltelijk volkomen vruchtelooze boorgaten 1, 2, 3, 4 te vreden gesteld had, ging men over tot het boren van het met 5 geteekende, dat digt bij den regteroever van de beek Usa, U, gemaakt is, en onder de aarde op de voeg tusschen de lei, L, en de laag eifeler kalk uit de devonische groep, de stringocephalenkalk uit de graauwakke, G, uitloopt. Toen men op eene diepte van 114½ voet gekomen en er eene zuigpijp van 20 voet lengte in het gat geplaatst was, had er eene reeks van merkwaardige verschijnselen plaats, die de daar bij aanwezige opzigter over de zoutbronnen R. Ludwig met de volgende woorden beschrijft.

„Naauwelijks had het pompen eenige minuten geduurd of de bron barstte met groot geweld los. Nadat de pijp weggenomen was steeg er uit het boorgat, onder een hevig bruischen, een dikke straal op, welke het parelende schuim tot eene hoogte van 16′ boven de oppervlakte der aarde dreef, en tevens zand en grind mede in de hoogte wierp. Na eenige uren hield dat geraas op; de bron sprong slechts eenige voeten boven het gat uit, ja op den volgenden dag bleef zij zelfs geheel weg, zoodat de zuigpomp weder aangewend moest worden. Toen nam men bij deze bron eene tusschenpoozende werking waar, daar zij van 10 tot 10 minuten, onder geraas en gebruis, 12 tot 15′ opsprong en dan weder tot aan het waterpas van het boorgat terug zonk. Eerst na eenigen tijd werd het uitvloeijen meer geregeld en de bron sprong, onder eene sterke ontwikkeling van koolzuur, twee tot drie voet hoog, waarbij de straal, in een wit schuim veranderd en bruischend, met geweld omhoog rees. Het schuim verdween rustig aan de oppervlakte van het kristalheldere water, terwijl het eene groote hoeveelheid koolzuur van 26° R. — volgens Bunsen 21369,6 kubiekvoet in 24 uren, of in een jaar meer dan een millioen pond — ontwikkelde, dat het opene, voor de buitenlucht toegankelijke boorgat met eene dikwijls vijf voet dikke gaslaag opvulde. Als er eene naauwere pijp op den mond van het boorgat gezet werd, dan kon de waterstraal, al naar de wijdte van die opzetbuis, van 15 tot 20′ hoog opgedreven worden. Een bijzonder treffend schouwspel gaf de bron als zij op die wijze in hare vrije ontwikkeling gestoord was, en de hindernis dan plotseling weggenomen werd. In het eerst sprong zij bedaard tot de gewone hoogte, maar dan volgden er heviger stooten, diep uit het binnenste der aarde, welke in den bodem rondom den put eene dreunende trilling verwekten en niet slechts door het gehoor te vernemen waren, maar ook aan het gevoel der omstanders, door schudding van het ligchaam, zich deden gewaar worden. Door zulk een' stoot werd het schuim hooger opgeworpen, het anders klare en doorzigtige water werd troebel en de toornige najade slingerde zelfs steentjes, zoo groot als noten, op den rand van den put. In het eerst was de temperatuur der bron

26° R. Nadat echter de omliggende aarde zoo ver verwarmd was geworden, dat zij aan het snel opstijgende water geene warmte meer onttrekken kon, steeg dit tot 27° R. De bron leverde dagelijks 25,000 kubiekvoet zout water van 1,02345 soortelijk gewigt en voorzag de baden in het oude badhuis, waar zij door houten pijpen heengeleid werd. In 1847 waren de pijpen, die toen van ijzerblik waren, door het koolzuur doorgevreten; door de kleine openingen waren er steentjes in het boorgat gevallen, die dat tot op 12′ hoog opvulden en het uitvloeijen werkelijk beletteden. In Maart 1848 bleef het water in eens weg: de boorpijp die er als eene zeef uitzag, was voor den druk der omringende steenen bezweken, en men vond het boorgat op 71′ diepte verstopt. Ten spijt van alle mogelijke moeite was het onmogelijk om het weder te openen; er moest eene nieuwe boorproef, vijf voet van de oude plaats af, genomen worden. Dit boorgat, op onze figuur met 11 geteekend, is door een' houten koker van 90′ lengte, die niet door het zoute water aangetast wordt, voor een' langen tijd verzekerd, en vormt de zoogenaamde „kleine springbron" nevens welke het gasbadhuis gebouwd werd."

De putten 5 en 11 hebben bewezen, dat de gemelde laagvoeg de weg is langs welken het water zich beweegt en zoo in de bovenliggende andere steensoorten zich verspreidt. Tot het nemen van nieuwe boorproeven ging men meer oostwaarts, en men boorde vooreerst den slechts 66 voet diepen put, 6, welke dagelijks 1500 kubiekvoet van een aangenaam zuursmakend en slechts zwak zout water opleverde. Hij hield echter op door het boren van n°. 7, de zoogenaamde „groote springbron." Het boren van dezen put duurde, zonder tusschenpozen, van 1839 tot 1843, maar daar men reeds 554½ voet diep en 56 voet onder den zeespiegel gekomen was zonder water te krijgen, zoo gaf men, door de groote onkosten daartoe genoodzaakt, de hoop op en bedekte de opening met balken en aarde.

„Doch die arbeid van vele jaren" zegt Ludwig „is toch niet vergeefs geweest! Toen er in den nacht van den 21sten op den 22sten December 1846, en dus drie jaren na dat het boorgat

gesloten geworden was, een storm als een orkaan heerschte en de voor die landstreek ongewoon lage barometerstand van 321 par. lijnen eene zeer geringe luchtdrukking aantoonde (men had den 29sten Julij en ook in dezen nacht aardbevingen bespeurd) brak er een dikke en aan koolzuur rijke straal van zout water door den bodem van het boorgat en steeg schuimend en dampend naar de oppervlakte der aarde. Naauwelijks was de balkenvloer weggenomen of uit de wild golvende, borrelende, heete watermassa verhief zich eene pyramide van 6 voet hoog, uit wit, parelend schuim gevormd, overstroomde den geheelen omtrek en liep wasemend naar de Usa heen."

Die in de volgende lente met groote moeite gebreidelde groote springbron gaf eene buitengewoon groote hoeveelheid water en koolzuur. De dagelijksche opbrengst werd op 86 tot 90,000 kubiekvoet water en op minstens 100,000 kubiekvoet vrij koolzuur geschat. De temperatuur van het water was, winter en zomer, gelijk + 26° R.

Maar op den 2den Maart 1855 onderging zij eene groote verandering, daar zij op dien dag plotseling ophield. De oorzaak daarvan lag in den wrak geworden blikken koker, die men 130 voet diep ingelaten had en door welks gaten en scheuren regenwater ingedrongen was. Daardoor was het aan koolzuur rijke bronwater verdund geworden, dat is: het vrije koolzuur weder in water opgelost en dit zoo doende ongeschikt gemaakt om het water omhoog te stuwen. Daar die verklaring zeer goed overeenkwam met het feit, dat het water uit de diepste plaats van den put rijker aan koolzuur was dan hooger, wat men in het vorige jaar door eene bijzondere inrigting te weten gekomen was, zoo besloot men om digt bij de groote springbron, maar een weinig meer oostelijk, een nieuw en dieper gat te boren, wijl men door den bekenden hoek van invallen of den hellinghoek van de lagen, zie figuur 45, zeker zijn kon dat die voeg dáár, tusschen de verschillende steensoorten, stellig getroffen zou worden. Maar nog vóór dat dit nieuwe boorgat, 12, gereed was, verscheen op den 16den April, na een wegblijven van zes weken de voor verloren gehou-

dene weder, welke de gemelde hindernissen, door onophoudelijken druk, ten laatste te boven gekomen was.

Het nieuwe boorgat, 12, werd in 1852, 30 voet ten oosten van de groote springbron, aangevangen. Op het zien van onze loodregte doorsnede van den bodem onder Nauheim, figuur 45, zou men de vrees kunnen koesteren, dat die bron n° 12 de groote bron, n° 7, zou kunnen aftappen, dat is, als lager de voeg treffende, haar beletten zou om water te krijgen. Maar in de werkelijkheid is die verhouding der putten, wat hare nabuurschap betreft, anders dan zij in de figuur afgebeeld is kunnen worden, daar alle boorgaten als op eene rij liggende en dus strijdig met de ware ligging moesten voorgesteld worden. Men stelle het zich op de volgende wijze voor: Uit de eene zijde van een zeer steil huisdak komen twee schoorsteenen oprijzen, de een dertig voet zijwaarts van den anderen en tevens lager op het dak staande. Gesteld nu dat die schoorsteenen de boorgaten waren, dan zou het water dat langs de geheele oppervlakte van het dak opwaarts gestuwd wordt, om die vergelijking vol te houden, niet aan het hooger gelegene boorgat onttrokken worden, door dat het lagere al het water opnam, want voor beide boorgaten bestaat er eene andere loopvlakte, of liever een ander bed voor de breede, dunne, naar boven gestuwd wordende waterlaag. Bij de bekende rigting van het hellen der voeg van de lagen naar het oosten kon men, bij een' afstand van 30 voet oostwaarts van de groote springbron, wel vooruit berekenen op welke diepte men met het nieuwe boorgat de voeg zou treffen. De eerste put, 7, deed dat op 554½ voet en van den nieuwen verwachtte men dit op 618 voet. Den 15den Mei 1855, en dus juist eene maand na het weder verschijnen van de groote springbron, was het nieuwe werk afgeloopen. Nadat men werkelijk op 616 voet de voeg bereikt had, stond aanvankelijk het opkomende water stil in den digten koperen koker, die tot onder in het gat voortliep. Het water toonde naauwelijks een spoor van eenige minerale zelfstandigheid en het moest dus voor eene prop van zoetwater gehouden worden, welke de zoutbron gevangen hield. Men besloot alzoo om die waterprop er uit te pompen. Na een kort

tijdsverloop volgde er, als de pomp ten laatste slechts borrelend waterschuim uitgeworpen had, eene waarlijk geweldige uitbarsting. Een waterstraal van 56 voet hoogte en 3 duim dikte slingerde den blikken pomptoestel tot aan het dak van de loots, zoodat hij geheel bogtig en met deuken werd. De nieuwe straal had 30° R. warmte en verwarmde schielijk het geheele gebouw tot dien graad. Die nieuwe zoon der onderwereld kreeg den naam van den vorst *Friedrich Wilhelm*, en behoudt onverzwakt de heerlijke gezondheid die hij tijdens zijne geboorte bezat; maar helaas, hij zit gevangen in een' houten koker, omdat de wind den lossen waterstraal van 56 voet hoogte niet ongeplaagd zou laten springen, en er daardoor veel zout verloren zou gaan. Noch zijn naaste buurman, die zoo snel van den eersten tot den tweeden rang gedaald was, noch de andere bronnen van Nauheim zijn door den *Friedrich Wilhelm* benadeeld geworden.

Uit deze beschrijving van de Nauheimer bronnen blijkt, dat het bij haar niet de hydrostatische drukking is die haar springen doet, maar wel de ontwikkeling van het koolzuurgas onder den invloed van een' hoogen warmtegraad. Volgens Bromeis is in die bronnen de uitzetting van het koolzuur en het watergas gelijk aan den druk van 3 (naauwkeurig 2,951) atmospheren, waardoor zij de drukking van de atmospheer in den naauwen koker gemakkelijk overwint. Op omstreeks 100 voet diepte begint in den koker de ontwikkeling van het koolzuur, uit het water waarin het tot dus ver in opgelosten toestand bevat geweest was, en als de gasblaasjes naar boven streven, slepen zij het water met en tusschen zich mede naar de hoogte, en laten het eerst in de lucht aan de punt van den 56 voet hoogen straal weder los, terwijl zij zelve in de lucht ontwijken, en het water, nu van zijn koolzuurgehalte grootendeels beroofd, weder naar beneden valt.

Wij zien in de nauheimer zoutbronnen, behalve voorbeelden van arteser putten, ook tevens warme bronnen, thermaalbronnen of thermen, die wij nu nader beschouwen moeten.

Het denkbeeld dat wij door het woord warme bron verkrijgen is zeer vaag, dewijl de wetenschap nog niet bepaald heeft welke

thermometergraad eene bron bezitten moet om warm te mogen heeten. Neemt men daarvoor de warmte van de lucht of van de aarde bij het welpunt van de bron als maatstaf aan, dan zou natuurlijk eene bron van + 8° R. in het ijzige Siberie eene zeer warme geheeten worden, terwijl eene van + 22° R. in Brazilie ons als eene zeer koude zou voorkomen. Ja als men dien maatstaf aanneemt, dan zijn zelfs de warme bronnen de regel, want verre de meeste bronnen hebben eene hoogere temperatuur dan de gemiddelde van haar welpunt. De onzekerheid van de grenzen tusschen warme en koude bronnen wordt nog vermeerderd door het feit dat er tusschen + 1° en + 80° R. geen warmtegraad is, welke door de verschillende bronnen niet vertegenwoordigd wordt.

De warme bronnen voeren ons thans tot de behandeling van een der gewigtigste vraagstukken der geologie [1]. Wij meenen het vraagstuk naar de bron der warmte, uit welke de wateren, die uit de diepere aardlagen opstijgen, hunne warmte verkrijgen. Vooraf echter moeten wij de reeds bij eene vorige gelegenheid vermelde toeneming van de warmte in groeven, in mijnen en bronnen op groote diepten een weinig verklaren: wij moeten vragen of er in die toeneming zulk eene regelmatigheid heerscht, dat wij daardoor genoopt worden om haar toe te schrijven aan het naderen

---

[1] In de volgende bladzijden komt veel voor wat wij ontleend hebben aan het in 1857 verschenen werk getiteld: *Erde und Ewigkeit. Die natürliche Geschichte der Erde als kreisender Entwickelungsgang im Gegensatze zu der naturwidrigen Geologie der Revolutionen und Katastrophen. von* G. H. OTTO VOLGER. Frankfurt a. M. bei MEIDINGER. Die titel geeft genoeg te kennen dat het boek tegen de geheele leer der geologie, en voornamelijk tegen hare grondwetten strijdt. De schrijver ontkent b. v. het reeds tot een dogma geworden centraalvuur geheel en al, en wel, gelijk men bekennen moet, onder aanvoering van gronden tegen welke weinig te zeggen valt. Wij bevelen de lezing van dit uitmuntende boek ten sterkste aan onze lezers. Ik heb geoordeeld datgene, wat in VOLGER's boek op ons onderwerp betrekking heeft, daaruit te moeten overnemen, hoewel veel daarvan in tegenspraak is met wat ik slechts eenige bladzijden vroeger, op grond van de nog geldende leer der geologie, gezegd heb. Voor onze lezers en lezeressen, die niet dagelijks den vooruitgang der natuurkunde volgen, geeft het een staaltje van dien vooruitgang, welke tegenwoordig op het gebied der geschiedenis van de aarde, van de geologie, juist zoo groot en zoo veel belovend is.

tot eene in het middenpunt der aarde liggende bron van warmte? Hierop moeten wij antwoorden, dat zeer vele waarnemingen, deels bij toeval gedaan, deels met alle mogelijke voorzigtigheidsmaatregelen genomen, in het algemeen geenszins uitkomsten opleverden, welke slechts eenigermate konden doen denken dat de toeneming der warmte altijd gelijken tred zou houden met de toeneming der diepte, en dat men in geenen deele altijd in staat was om onverwachte afwijkingen van een' regelmatigen gang door uitwendige oorzaken te verklaren of daarvan af te leiden.

In negen pruissische mijnen wankelde de toeneming der temperatuur met 1° R. tusschen 48 en 375 voet; in de saksische mijnen, die in graniet uitgehouwen zijn, is de toeneming der warmte van 1° R. dooreengenomen aan 129 voet meer diepte verbonden. Daarentegen nam in eene mijn in Toskane, in tertiaire lagen, de warmte op elke 42 voet diepte 1° R. toe. Te Jakutsk was zij in eenen put, op 112 voet diepte, 5° R. onder nul, op 380 voet steeg zij tot 1° R. onder nul. Daarenboven was in dit geval de warmtetoeneming in verhouding tot de dieptetoeneming zeer onregelmatig. Te Bahia, waar de warmte der aarde + 22° R. is, vond men in eenen put, op 200 voet diepte, slechts + 16° R., en dus eene lagere warmte, wat Volger meent aan den verkoelenden invloed van de naburige zee te mogen toeschrijven. Uit al deze en andere waarnemingen vloeit voort dat de toeneming der warmte van de gemiddelde temperatuur der plaats waar de waarneming geschiedt afhangt, dat alzoo, b. v. te Jakutsk en te Bahia, op eene gelijke diepte toch geenszins denzelfden warmtegraad aangetroffen wordt.

Ook de gesteldheid der rotssoorten oefent daarbij een' opmerkenswaardigen invloed uit, want men vindt b. v. eene veel snellere toeneming der warmte in steenkoolmijnen dan in ertsmijnen. Het is niet te ontkennen dat deze feiten niet gunstig zijn voor het geloof aan eene warmtebron die in het middenpunt der aarde liggen en voor alle punten der aardkorst gelijk wezen zou, en dat men ten minste nevens zulk eene nog andere warmtebronnen mag aannemen.

VOLGER neemt niet nevens die door hem ontkende centrale warmtebron, maar in plaats van deze, de verdigting, de beweging en de stofwisseling als de eenige bron van warmte aan, en daarbij moet natuurlijk de gesteldheid der verschillende rotssoorten van grooten invloed zijn. In de ontwikkeling zijner theorie maakt hij opmerkzaam op physieke onmogelijkheden, tot welke het geloof aan de verwarming door het zoogenaamde centraalvuur, de natuurkundigen hier en daar gevoerd heeft. Daar de treffende beschouwingen van den schrijver van het straks genoemde werk, die volstrekt voor geen autoriteitsgeloof ontvankelijk is, voor de meesten onzer lezers en lezeressen niet slechts nieuw, maar ook in hooge mate verrassend zijn moeten, zoo willen wij in de volgende bladzijden daarvan datgene mededeelen wat in onze beschouwing van de bronnen past. Wij willen dit gedeeltelijk met VOLGER's eigene woorden doen, en daaruit zal blijken dat, ten minste naar de uitkomsten van zijne redenering, die men genegen zal zijn geloof te schenken, de bronvorming, of om het meer algemeen uit te drukken, de onderaardsche loop van het water eene groote geologische magt is, waarop in VOLGER's werk, voor het eerst met dien nadruk opmerkzaam gemaakt wordt.

Onder het veelbeteekenend en de zaak goed uitdrukkend opschrift, dat ons slechts wat te ziekelijk voorkomt, „de tering van den bodem," behandelt VOLGER de uitspoelende uitwerkselen van het onder de oppervlakte der aarde vloeijende water, op den bodem.

Wij laten het op zijne plaats of VOLGER regt heeft om, tegen het heerschende gevoelen aan, den regen slechts een gering, en daarentegen aan den nevel en den daauw een belangrijk aandeel bij de bronvorming toe te schrijven. Hij maakt daartoe opmerkzaam op den rijkdom der west-indische eilanden aan bronnen, niettegenstaande hunne groote armoede aan regen, en dat op het eiland St. Thomas, waar het nooit regent, toch heerlijke beeken van de heuvelen afvloeijen; waar tegenover wij wijzen op den dikwijls waargenomen invloed van een' aanhoudenden regen op den waterrijkdom der bronnen.

Hoe veel water er wel in de aardkorst verborgen mag zijn, kunnen wij eenigzins nagaan als wij bedenken dat het water, in de verhouding van 1 procent tot de massa der gesteenten, bij 2000 voet diepte, waartoe de mijnen doordringen, „eene verdeeld in het aardrijk hangende zee" vormt, van 50 voet hoog. Wij weten dat wij hier niet eeniglijk aan het water moeten denken dat door de voegen en barsten der steenen stroomt, maar ook aan dat hetwelk er eerst door zeer hooge kunstmatige warmte uit gedreven kan worden; immers wij weten dat elke steen, zoo lang hij zijne plaats als een gedeelte der aardkorst inneemt, meer of min water bevat, doch de gedachte aan de alomtegenwoordigheid van het water is voor ons niet nieuw meer.

De massa vaste zelfstandigheden, welke opgelost in en met dat omloopende water door de aardkorst stroomt en in het heldere bronwater aan het daglicht komt, mogen wij met Volger wel „ongeziene bergen" noemen, want de magtige en nooit sluimerende geesten die men „tijd" en „ruimte" heet, verrigten, gelijk wij reeds meermalen zagen, reuzenwerk, zoo als ons dat ook, als tot voorbeeld, door Volger, aan het zoo belangrijke koolzuurgehalte van het water aangetoond wordt. Zonder twijfel is dit van den uit 44 procent koolzuur bestaanden koolzuren kalk afkomstig, die door het water van dat koolzuur beroofd wordt. Aangezien nu kalk bijna overal, in dikke lagen, op verschillende diepten der aardkorst gevonden wordt, zoo zal eene kalklaag van slechts 8 voet dikte en 100 vierkante mijlen groot, $2^1/_2$ millioen jaren lang lang voldoende zijn om het bronwater van die streek van koolzuur te voorzien. Het bronwater, zoo als wij het water dat in de aardkorst omloopt nu eens en in het algemeen noemen willen, teert die aanhoudend aan koolzuur uit. Eene der 20 bronnen van het Leukerbad in Zwitserland, de Lorenzbron, voert elk jaar 5 millioen pond gips uit den grond, dat verzameld, eene rots van 60,000 kubiek voet zou vormen. De Paderbronnen bij Paderborn bezitten op 4000 deelen water slechts 1 deel kalk; daar zij echter in elke minuut ongeveer 1 millioen pond water geven, zoo zou de massa kalk, die zij jaarlijks opleveren, verzameld, eene rots vormen van 100 kubiek voeten.

Die over duizende mijlen plaats hebbende en nooit rustende „uittering van den bodem" door het bronwater, moet noodzakelijk de vorming van ledige ruimten, van de meest verschillende gedaanten, in de gesteenten der aardkorst veroorzaken. Daardoor moeten er invallingen en instortingen van de ondermijnde rotslagen volgen. In zulke holen loopt voor het grootste gedeelte de Orbe, die van het zuidwesten af naar het lac du Joux, in het westen van Zwitserland, stroomt. „Die onderaardsche holen en kuilen zijn het werk van bronaders, die onder den grond den loop der rivier volgen. De gedeeltelijke instortingen der gewelven boven de al te ver uitgeholde holen, die misschien voor een gedeelte plotseling, maar zeker grootendeels door een langzaam inzinken ontstaan zijn, hebben eene vereeniging bewerkt van de bovenaardsche rivier met de onderaardsche beken. In de hooggelegene vallée du Joux bevindt zich het door instorting van den bodem gevormde lac du Joux, en digt daarbij het lac de Brenet. Beide worden door het brugvormig overblijfsel van het ingestorte gewelf van boven gescheiden, maar van onderen zijn zij tot één geworden. Uit het lac de Brenet stort het water zich in rotsgroeven, in welker trechtervormigen ingang *(entonnoir)* het de merkwaardige molen van Bouport drijft. Eerst eene halve mijl verder en bijna 700 schreden lager komt het als een stroom van 17 voet breedte weder te voorschijn, en vormt daar de zoogenaamde bron van de Orbe."

Uit dit voorbeeld, waarnevens VOLGER alle meren van Zwitserland, van het beijersche bovenland en van den lombardischen alpenrand plaatst, welke alle door hem voor instortingsmeren verklaard worden, leidt hij de stelling af, „dat er aan alle bovenaardsche waterloopen ook onderaardsche beantwoorden."

Deze voorbeelden, waarvan men nog meer in VOLGER's werk opgesomd vindt, zullen genoeg zijn om in de onderaardsche wateraderen, al is het ook eene langzaam werkende, toch geweldige geologische magt te zien, die vooral in het eerst eene negative, dat wil zeggen verstorende of afbrekende is.

Het zal ons dan nu ook geenszins zeer verrassen als die strenge

en slechts bewijsbare gronden aannemende natuuronderzoeker de aardbevingen niet aan het vuur, maar aan het water toeschrijft. In de *Geographische Mittheilungen* van PETERMANN, Jaarg. 1856, Aflevering 3, plaatste VOLGER zijne „Onderzoekingen over de aardbevingen van het vorige jaar in Midden-Europa," door welke het kleine plaatsje Visp, in het kanton Wallis, zoo bekend geworden is. Met groote zorgvuldigheid heeft hij voor genoemde streek, uit geschiedkundige bescheiden, meer dan 1500 afzonderlijke, dat is „werkelijk door tusschenpoozen van niet merkbaar gestoorde rust van elkander gescheidene, en dus als op zichzelf staande" aardbevingen en meer dan 150 berginstortingen opgeteekend, en daarnaar eene kaart ontworpen, op welke de streken waar de aardbevingen gevoeld werden, door eene bruine kleur zijn aangeduid. Die bruine kleur op de kaart loopt bijna onafgebroken overlangs, en volgt den loop van de rivieren, welke op de kaart midden door de bruine plaatsen heenloopen. Op eene tweede kaart, waarop het langzaam zwakker worden in de verte van de aardbevingen van Visp afgebeeld is, door middel van vijf kleurschakeringen, ligt de zwarte kleur, aantoonende waar de schokken het sterkst waren, over het riviertje de Visp heen, tot aan hare inmonding in de Rhône, en loopt vervolgens westelijk nog een eind weegs in een' regten hoek over die rivier voort.

Doch wij keeren terug tot de vraag, waartoe ons VOLGER's boek bragt: naar de afkomst van de warmte der warme bronnen.

Dat drukking en beweging, vooral als beide zich verbinden tot wrijving, warmte verwekken is bekend genoeg; wij behoeven slechts aan de gloeijende assen der stoomwagens, en aan het heet worden der werktuigen bij het zagen, boren, vijlen enz. te denken. De ontzettende drukking die zulke steenlagen op elkander uitoefenen welke, door onderspoeling misschien, in onophoudelijke, zij het dan ook in eene zeer langzame beweging zijn, moet volstrekt warmte voortbrengen. Voor de warmtevoortbrenging door de stofwisseling zal ieder scheikundige ons genoeg voorbeelden weten op te noemen. Wij allen kennen

de sterke verhitting van het water daar men zwavelzuur bij giet, b. v. in de Dobereinsche lampen. En van den naauwen zamenhang tusschen vuur en water bij vulkanische verschijnselen, geven de slijkvulkanen het beste bewijs.

Als men dus niet vergeet dat er door de onophoudelijke uitslibbing van de voegen der lagen, zelfs in de grootste diepten der aardkorst, gelegenheid en aanleiding gegeven wordt tot een, al is het ook nog zoo langzaam wijken, glijden en schuren van de boven elkander liggende lagen, dat dit glijden niets anders is dan een wrijven gepaard met eene onbegrijpelijke drukking van de bovenste op de lagere lagen, dan is het niet te ontkennen dat daarin eene bron van warmte aanwezig is, waaruit men misschien, met VOLGER, sommige verschijnselen van vuur en licht verklaren mag, die thans nog zonder bedenken aan een centraalvuur toegeschreven worden. Hij herinnert ons dat er bij den zoo bekenden bergval van Goldau, die wij op bladz. 145 als door water veroorzaakt leerden kennen, van de banken van nagelfluh of molasse, die de helling afgleden, met donderend geraas groote brokken afvlogen, door de spanning van het plotseling tot damp veranderde water, terwijl zwarte stofwolken, waarin het slijk in een oogenblik veranderd was, naar boven dwarrelden, door groote vuurvlammen vergezeld. En toch was toen de geheele massa met water doordrongen, en de vreeselijke glijbaan bestond uit mergelslijk, dat door aanhoudend regenen opgezwollen was.

Al is het misschien nog niet uitgemaakt dat het aan VOLGER gelukt is om het centraalvuur, als hypothese ter verklaring van vulkanische verschijnselen, geheel overbodig te maken, zoo schijnt evenwel dat gedeelte van deze belangrijke vraag, hetwelk ons thans bezig houdt, de oorsprong van de warmte der bronnen, zonder die hypothese toch volledig, en met de wetten der natuur in overeenstemming, beantwoord te kunnen worden.

Aan den warmtegraad der heete bronnen is er, door de bekende verhouding van het kookpunt tot de drukking der lucht op zekere plaats, eene grens getrokken die op den waterspiegel der

zee, en op die plaatsen van het vaste land welke even hoog liggen, het kookpunt bepaalt op + 80° R., 100° C. of 212° F. Eene bron die boven het kookpunt verhit is, kan dus die warmte op hare welplaats niet bewaren, maar daalt, onder het ontwikkelen van veel damp, snel tot het gewone kookpunt. Die hittegraad boven 80° R. kon het water slechts onder hooge drukking in den aardbodem verkrijgen en dus moet, als die drukking op het oogenblik der uittrede vervalt, ook de overmaat van warmte der bron vervallen.

Omdat men zeer heete bronnen in vulkanische streken gevonden heeft, zoo als b. v. de geijsers van IJsland, heeft men tot een' naauwen zamenhang dier bronnen met het vulkanismus besloten — dit laatste natuurlijk beschouwd met het oog op de centraalvuurhypothese; doch er zijn vele zeer heete, en volgens von Humboldt juist eenige der heetste bronnen, die, ten minste bij hare uittrede, zeer ver van vulkaanbodem verwijderd zijn, b. v. de Aguas calientes de las Trincheras tusschen Porto Cabello en Nieuw-Valencia, in Zuid-Amerika, van 78° R., en de Aguas de Comangillas bij Guanajuato, van 75° R. Desniettemin zijn vulkaanstreken meestal bijzonder rijk aan heete bronnen, en wel niet slechts zulke waarin het vulkanismus nog werkzaam is, maar ook bazalt- of trachytstreken, in welke er sedert de tegenwoordige periode geene vulkanische verschijnselen meer hebben plaats gehad. De heete bronnen van Bohemen behooren tot het laatste geval. Er zijn echter ook uitgestrekte, uit bazalt bestaande berggroepen, die geene heete bronnen hebben.

Gewoonlijk blijft de warmtegraad der warme bronnen gelijk, doch somtijds vond men er die na langdurige vulkanische uitbarstingen warmer geworden waren.

Opmerkelijk is het dat de warme bronnen veelal tamelijk zuiver zijn, en minder minerale stoffen opgelost bevatten dan vele koude. Daarom moet men uit een geneeskundig oogpunt onderscheid maken tusschen „warme bronnen" en „minerale bronnen."

Het is zonderling, en bij de steeds dringender wordende noodzakelijkheid om voor het behoud der bosschen te zorgen, ongetwij-

feld jammer, dat men de warme bronnen, van welke er zoo vele boven 40° R. zijn, nog zoo uiterst weinig tot verwarming aanwendt. Als een navolgenswaardig voorbeeld wijzen wij, in dit opzigt, op de kleine stad Chaudes-Aigues in het fransche departement Cantal, waar zeven achtste van de 350 huizen, van November tot April, onafgebroken verwarmd worden door hare 64° R. warme of liever heete bron, welke door pijpen geleid wordt. Volgens de berekening van Berthier bespaart die inrigting eene oppervlakte bosch van ongeveer 540 bunders.

De groote „geyser” op IJsland, ongetwijfeld de beroemdste en meest grootsche heete bron der aarde, is in den laatsten tijd door den amerikaan Pliny Miles schilderachtig beschreven geworden, welke beschrijving wij hier des te liever inlasschen, daar zij ons tevens een beeld geeft van het karakter dier geheele, zoo hoogst merkwaardige streek der aarde.

„Op maandag den 26sten Julij kwam ik bij de geysers. Aan den voet van een' omstreeks drie honderd voet hoogen heuvel komen zij uit den bodem te voorschijn. De meeste heete bronnen, die ik op IJsland gezien heb, bevinden zich aan den voet van heuvels. De geysers liggen op een' bijna effenen grond, die een weinig van den heuvel afloopt; zij beslaan eene oppervlakte van meer dan vijftig bunders. Het getal der bronnen is meer dan honderd en zij zijn van elke mogelijke grootte en gedaante, hier zeer groot, daar zeer klein en bijna zonder water. De groote geyser — de geyser *par excellence* — valt het meest in het oog, daar hij door zijn' grooten omvang, door het vele water dat hij opwerpt en door de trotschheid en schoonheid van zijnen straal, als eenig op aarde genoemd mag worden. Hij bevindt zich op een klein heuveltje dat hij zich zelf gevormd heeft — eene holle rots, of wel eene versteende massa, die uit een kiezelachtig bezinksel uit het water ontstaan is. Als men de plaats nadert, ziet men reeds aan den damp, die er boven zweeft, waar de geyser is. Ik ging tot aan zijnen rand en zag hem rustig als een slapend kind daar liggen. Zijn vorm is naauwkeurig gelijk aan die van een' platten schotel welke rond schijnt te zijn, hoewel hij een weinig eirond

is. De grootste doorsnede is 56 en de kleinste 46 voet. Toen ik bij dien schotel kwam, vond ik hem met heet, kristalhelder water gevuld, welks temperatuur naar de thermometer van Fahrenheit 209° en dus slechts 3° F. onder het kookpunt was. De schotel zelve is vier voet diep en heeft in het midden een rond gat, of gelijk men het noemt, eene pijp, die als een put in de aarde afdaalt. Bovenaan, waar deze pijp in den schotel uitloopt, heeft zij eene doorsnede van 16 voet, die echter verder naar beneden schielijk tot 10 voet afnemen moet. Zij is rond, glad en effen en zou, volgens lieden die haar gemeten hebben, 65 voet loodregt naar beneden gaan. De rotsgrond en de wanden van den schotel en de pijp zijn glad en van eene ligte, bijna witte kleur. De hoeveelheid damp die uit de oppervlakte van het water oprees, was zeer aanzienlijk, hoewel lang zoo groot niet als men van zulk eene watervlakte verwachten zou. Zóó ziet deze merkwaardige bron er in stillen toestand uit, en waarlijk zij schijnt geene gevaarlijke of ontrustende waterkom te zijn. Maar als de geyser in werking is dan gaat het daar anders toe! 's Avonds, toen ik er eerst bij kwam, was de schotel niet meer dan half vol, doch op den volgenden morgen was hij vol en liep zelfs over, ofschoon er niet veel water wegliep. Als de bron in rust is ziet men in het midden van den schotel, regt boven de pijp, een zwak borrelen, als of het water kookt. Toen wij eenmaal dáár waren, moesten wij wachten tot dat de geyser in werking komen zoude, want de uitbarstingen komen op zeer onbepaalde tijden, somtijds meer dan eens op eenen dag, somtijds ook slechts eenmaal binnen de twee of drie dagen. Daar ik wist dat de geyser elke uitbarsting door het afvuren van signaalschoten aankondigt, zoo nam ik den tijd om de landstreek rond te wandelen en te zien wat er te zien was. Ik verzamelde eenige versteende graszoden, die met wortels en al in steen veranderd waren. Vijftien tot twintig schreden ten westen van den geyser bevindt zich eene kloof, van 30 tot 40 voet diepte, met bijna loodregte wanden. Ik daalde daarin af en vond eene kleine beek van warm water, welker oevers uit vulkanische stoffen en roode aarde bestonden. Aan den oever werd ik een murmelend

geluid gewaar, ging er heen en vond eene kleine slijkbron, die heete, dampende leembellen opwierp. Terwijl ik in die kloof was, hoorde ik plotseling een geluid als of er op eenen afstand van een tot anderhalf uur kanonnen afgevuurd werden, en toch scheen het in mijne nabijheid en onder den geyser te ontstaan. Het waren de onderaardsche ontploffingen, die steeds eene uitbarsting voorafgaan. Ik liep naar den geyser en zag het water met eene hevige beweging koken, terwijl er veel lucht uit de pijp naar de oppervlakte kwam. Dit was echter alles; het was dus slechts een valsch alarm en geene uitbarsting. Terstond ging ik weêr op nieuwe ontdekkingen uit. Naar het westen, aan den voet des heuvels, hoorde ik een sterk geborrel en ging er heen om te zien wat er de oorzaak van was. Ongeveer 150 schreden van den grooten geyser vond ik een straal van damp, die uit een gat in den bodem kwam, en dieper dan ik zien kon hoorde ik het bruischen van kokend slijk. Hier zag ik ook die lagen van fraai gekleurde leem, welke ik vernomen had dat eene bijzonderheid van de heete bronnen van IJsland zijn. Die leem was vochtig, zag er uit als tras en lag in lagen van verschillende, scherp afgescheidene kleuren. Zij was meest van eene roode, witte of blaauwe kleur, zeer fijn van korrel en schoon, en ik kon niet nalaten te denken dat zij als schildersverfstof veel waard zijn zou, als zij ingezameld werd. Ik verzamelde zekere hoeveelheid, doch moest haar met weêrzin achterlaten, daar het mij aan eene geschikte bergplaats ontbrak, en ik nog eene groote reis te maken had. Omstreeks 150 schreden ten zuidwesten van den grooten geyser kwam ik aan twee diepe vijvers van helder, maar heet, dampend water. Zij schenen door twee bronnen gevormd te worden, waren onregelmatig van omtrek, elk 10 tot 15 voet breed en ongeveer 30 voet diep. Het water was zoo klaar dat ik tot op den grond zien kon. Zij werden door een' smallen rotsmuur gescheiden, welke, gelijk ook de oevers, een kiezelachtig bezinksel of eene versteening uit het water zelf scheen te zijn. Toen ik digt naar den rand ging en om den geheelen omtrek heenwandelde, bemerkte ik dat de rotsen aan alle kanten zóó over het water heen hingen, dat men

er onder door zien kon; de korst was aan den rand zeer dun en zag er waarlijk vrees inboezemend uit. Men zou gemakkelijk in die bronnen kunnen loopen, want zij liggen met den grond gelijk en zijn vol water, daarom zag ik haar ook niet eerder dan toen ik er digt bij was. Een andere reiziger zegt dat zijn gids herhaaldelijk over den smallen scheidsmuur, tusschen de beide vijvers, geloopen was. Als hij er ingevallen was zou hij op deze wereld wel nooit weder een ander warm bad noodig gehad hebben. Toen toonde mijn gids mij den „Strokkr," of den nieuwen geyser, zoo als sir John Stanley hem noemt. Deze bron is slechts een gat in de aarde, als een put, die noch den komvorm, noch den rand van den grooten geyser heeft. Van boven heeft hij negen en lager vijf voet in doorsnede en ligt 131 schreden ten zuiden van den grooten geyser. De Strokkr — deze naam beteekent „opruijer" — is eene zeer bijzondere bron. Ik keek er in naar beneden en zag het water, ongeveer 20 voet onder mij, hevig koken. Ondertusschen hoorde ik weder een ander gedruisch, en toen ik opzag bemerkte ik op een' kleinen afstand van mij, water en damp in de hoogte komen. Dit was, naar de gids mij zeide, de kleine geyser, die 106 schreden ten zuiden van den Strokkr ligt. Ik ging er heen en vond een' onregelmatigen, maar dikken waterstraal, die met veel geraas 8 tot 10 voet hoog opsprong, dit omstreeks 5 minuten lang volhield en dan weder verdween. Ik bevond dat hij den geheelen dag lang, met vrij regelmatige tusschenpoozen van omstreeks een half uur, op gelijke wijze sprong. Tegen den middag, toen er sedert het eerste alarm ongeveer 2 uren verloopen waren, vernam ik de signaalschoten van den grooten geyser op nieuw. Ongeveer twaalf ontploffingen volgden snel op elkander en klonken als het afvuren van de kanonnen van een schip op zee, op een' afstand van 1 tot 1½ uur. Ik snelde er heen en zag het water hevig in oproer. Kort daarna steeg het als eene zuil, regt boven de pijp, 6 tot 8 voet opwaarts. Spoedig evenwel verminderde het en zonk het weder in de pijp weg, nadat het eerst nog in het bekken gekookt had, alsof het overkoken zou, zoodat het bekken geheel ledig werd. Ook ditmaal zou mijne hoop bedrogen worden, daar de

uitbarsting niet sterker werd. Het duurde 2 tot 3 uren vóór dat het bekken weder vol water werd. Omstreeks 4 uur hoorde ik de schoten ten derden male, maar luider dan voorheen, en de gids riep mij, opdat ik mij haasten zou om bij het bekken te komen. De ontploffingen hielden wel twee minuten lang aan, waarbij het water sterk in oproer geraakte en het bekken tot overloopens vulde, waarop de waterstraal uitbrak met eene kracht die mij bijna omverwierp. Het water sprong als eene ontzettende, wel 10 voet dikke zuil, loodregt op en verdeelde zich van boven in verscheidene stralen, wat een schouwspel opleverde dat niet te beschrijven is. Zoo veel ik beoordeelen kon was de waterzuil 70 tot 75 voet hoog. Het vreesselijke geraas waarmede de opeenvolgende massaas de zuil in stand hielden, klonk als of duizend stoommachines haren stoom door eenen vijver van kokend water loslieten. Ook was er veel damp bij het water, maar toch niet zooveel dat zij toereikend was om het water voor het gezigt te verbergen. Wij stonden, terwijl de bron gedurende 6 tot 8 minuten sprong, volkomen veilig geene 40 voet daar van af. Eindelijk werd de waterzuil al lager en lager, en 2 tot 3 minuten later was al het water weder in de pijp gezonken, zoo dat niet alleen het bekken, maar zelfs de pijp tot 10 voet ver ledig werd, waardoor ik voor het eerst gelegenheid had om er in te zien. De beweging van het water had bijna geheel opgehouden, maar reeds begon het weder langzaam te stijgen, zoodat na $2^1/_2$ uren het bekken weder tot overloopens gevuld was. Naar eene goede begrooting is de grootste hoogte welke de waterstraal van den grooten geyser bereikt 90 tot 100 voet.

„De Strokkr is bijna even zoo merkwaardig en belangrijk als de groote geyser. Ofschoon hij minder trotsch is, werpt hij toch zijnen waterstraal hooger en verder, en, ten gevolge van de onregelmatigheid zijner pijp, ook met meer afwisseling. Bij alle geysers of springbronnen van IJsland schijnt de regel te gelden, dat zij zeldzamer springen naar mate zij grooter zijn. Zoo veel ik kon nagaan geeft de groote geyser zijne uitbarstingen niet meer dan eenmaal, de Strokkr gewoonlijk een tot tweemaal daags,

en de kleine geyser alle 30 tot 40 minuten. Men kan den Strokkr aan het springen brengen door er steenen of graszoden in te werpen; de eersten verstoppen hem somtijds, doch zoden doen dit niet en veroorzaken buitendien eene zeer fraaije uitwerking, daar zij het water zwart kleuren. Ik liet mijn gids zekere hoeveelheid zoden met de spa afsteken en aan den rand der bron ophoopen, waarop wij die met hoopen in den put wierpen. Het borrelen hield dan bijna geheel op en wij zagen een tijdlang met groote belangstelling naar beneden, daar onze aansporing toch geene uitbarsting scheen te kunnen opwekken. Reeds gingen wij weg en dachten dat die wijze om uitbarstingen op te wekken geenszins onfeilbaar was, toen er plotseling een vreeselijke knal volgde en eene troebele waterzuil hoog in de lucht vloog. Naar ik begrooten kon sprong het water wel 130 voet hoog. De kracht van de ontploffing, of liever van het opwerpen, was niet zoo regelmatig als bij den grooten geyser, maar hield een oogenblik op, vernieuwde zich dan weder, zoodat de straal bij tusschenpoozen niet hooger dan 70 tot 80 voet was. Nu en dan zagen wij in het water, zoo zwart als inkt, groote zoden in de lucht vliegen. Ik weet niet hoe het kwam, maar na de eerste verwondering gevoelde ik een onweêrstaanbaren trek tot lagchen, waaraan ik ook voldeed, omdat ik het lagchen voor eene zeer onschuldige ligchaamsoefening houd. Nadat de Strokkr ongeveer een kwartier gesprongen had, begon hij af te nemen en bedaarde langzamerhand. Hij had toch nog eenigen tijd noodig om de zwarte brakingen, die de aarde en de zoden hem veroorzaakt hadden, te overwinnen, en nadat het water tot onder de oppervlakte der aarde gezonken was, kwam het toch nog herhaaldelijk weder terug, en schoot, als door eene ontploffing gedreven, niet slechts hoog maar ook ver weder opwaarts. Het nedervallende water maakte de aarde nat in eenen omtrek rondom de bron van 20 tot 30 voet. Ik raapte eenige kleine graszoodjes die er weder uitgeworpen waren op, en vond die letterlijk gekookt."

De minerale bronnen, voor een gedeelte gelijkbeteekenend met gezondheidsbronnen, zijn niet van gewone bronnen en

andere zoete wateren onderscheiden doordat zij opgeloste stoffen bevatten, maar slechts door haar aanmerkelijk grooter gehalte daaraan, immers wij weten dat scheikundig zuiver water, dat dus in 't geheel geene opgeloste stoffen bevat, nergens in de natuur gevonden wordt. Streng genomen is dus elke bron eene minerale bron, en het denkbeeld van minerale bronnen berust dus niet op een' wezenlijken, maar op een' betrekkelijken toestand. Bovendien onderscheiden zich slechts weinige bronnen door eene bijzondere zuiverheid. Als zulke worden eene bron van den Tafelberg aan de kaap de Goede Hoop en eene bij Helsingborg genoemd. Dat zulke geheel zuivere bronnen, waaraan dus ook koolzuur ontbreekt, niet tevens het aangenaamste drinkwater opleveren, is reeds vroeger aangemerkt.

Men verdeelt de minerale bronnen naar de voornamelijk daarin opgeloste stoffen in zuurbronnen, zoutbronnen, bitterbronnen en zwavelbronnen.

1. De zuurbronnen of zure wellen vormen de talrijkste en aanzienlijkste familie der minerale bronnen, en onderscheiden zich door haren rijkdom aan vrij koolzuur. Dit ontwaren wij daardoor, dat het in zijn streven om te ontwijken in het opwellende water een parelen en schuimen verwekt, en aan het water den prikkelenden, zuurachtigen smaak geeft, die ons allen door het selterswater bekend is, zonder echter den smaak er bij te rekenen die aan dit water door andere daarin te gelijk aanwezige stoffen gegeven wordt. Vervolgens geeft het ontwekene koolzuur, dat evenwel door zijne zwaarte op het water blijft hangen, aan het water een reuk, die een weinig prikkelend is. Al naardat het koolzuur in het water met andere stoffen verbonden is, onderscheidt men zulke bronnen in ware, alkalische en koolzuurijzerhoudende zuurbronnen. De eersten zijn somtijds in zoo hoogen graad zuur, dat men, ofschoon zonder grond, van vele getwijfeld heeft of er ook een ander zuur in bevat was. De alkalische zuurbronnen hebben, ten gevolge van haar dikwijls aanzienlijk gehalte aan alkaliën en aarden, nevens den zuren ook den bekenden loogsmaak, welken wij bij het selters, fachinger, geilnauer, schwalbacher, emser, pyrmonter en vele andere bekende

koolzuurhoudende wateren bespeuren. De koolzuurijzer houdende, de eigenlijke zoogenaamde staalwateren, krijgen door een groot gehalte van door koolzuur gebonden ijzeroxydule een' zamentrekkenden, naar inkt zweemenden smaak. Daar het koolzuur zeer ligt ontwijkt, zoo vormen zulke bronnen aan haar welpunt en langs haren verderen loop dikwijls belangrijke afzetsels van geelachtig bruinen ijzeroker.

2. De belangrijkste van alle minerale bronnen zijn de zout- of pekelbronnen, want zij leveren ons een groot gedeelte van het zout, welks groote belangrijkheid, vooral in het midden van het vaste land, wij op bladz. 298 reeds behandeld hebben. Door de groote, in den laatsten tijd meer en meer bewezene verspreiding van het steenzout, dat men vroeger meende dat in de trias alleen aangetroffen werd, waarom die formatie ook een tijdlang de zoutformatie heette, kan men er niet meer aan twijfelen dat de zoutbronnen zich door het uitspoelen van steenzout-beddingen van haar zoutgehalte voorzien; want van een doorzijgen van het water door die zoutlagen, zoo als bij andere steensoorten, kan hier geene spraak zijn, daar het steenzout zich door eene zeer digte structuur onderscheidt. Zonder deze eigenschap van het steenzout, en zonder de bestendige omkleeding daarvan door eene voor het water bijna ondoordringbare zoutleemlaag, leem met gips en steenzout, zouden er, bij de groote oplosbaarheid van het zout, ongetwijfeld veel meer zoute dan zoete bronnen zijn.

Koud of matig warm water kan in honderd gewigtsdeelen niet meer dan 26 tot 27 gewigtsdeelen zout oplossen, en digt bij het kookpunt slechts 2 procent meer. In deze verhouding ligt voor de zoutziederij eene onverbreekbare wet: men kan het keukenzout niet anders dan door uitdampen van al het water der pekel verkrijgen, terwijl men bij andere zoutoplossingen, b. v. salpeter of aluin, spoediger zijn doel bereikt, doordat de laatsten in kokend water in eene veel grootere hoeveelheid opgelost kunnen worden dan in koud, en dus datgene wat er meer in eene verzadigde salpeter- of aluinoplossing opgelost was, zoodra het water bekoeld is, als kristallen uitgescheiden wordt, omdat de verkoelde oplossing die stoffen

niet meer opgelost houden kan. Hoe heeter dus het water is waarmede aluinhoudende aarden behandeld worden, des te meer aluinkristallen zal men bij het verkoelen der oplossing verkrijgen.

De zoutbronnen, welke desniettemin toch gezoden worden, bezitten somtijds slechts weinige procenten zout; er zijn er echter ook die tot verzadiging zout zijn. De zoutzieder noemt dit **loodig**, b. v. vierloodig, tienloodig, als er in 100 pond pekel 4 of 10 pond zout bevat is.

Gelijk het zoute zeewater niet op 0° R, maar, naar gelang van zijn zoutgehalte, eerst bij eene lagere temperatuur bevriest, zoo kookt ook de pekel, naar gelang van hare grootere loodigheid, eerst bij meer dan 80° R.

Eene	5	loodige	pekel	kookt	op	$80^{4}/_{5}{}^{0}$	R.
〃	9	〃	〃	〃	〃	$81^{1}/_{2}$	〃
〃	12	〃	〃	〃	〃	$82^{1}/_{3}$	〃
〃	16	〃	〃	〃	〃	$83^{1}/_{4}$	〃
〃	19	〃	〃	〃	〃	84	〃
〃	22	〃	〃	〃	〃	$84^{4}/_{5}$	〃
〃	$24^{1}/_{2}$	〃	〃	〃	〃	$85^{1}/_{2}$	〃
〃	27	〃	〃	〃	〃	$86^{1}/_{3}$	〃
〃	28	〃	〃	〃	〃	$86^{4}/_{5}$	〃

Men ziet dus dat er met het toenemen van den graad van verzadiging steeds eene hoogere warmte vereischt wordt, eene warmte die zelfs tot $6^{4}/_{5}{}^{0}$ boven het kookpunt bij gewone luchtdrukking gaan kan. Die warmtegraden kunnen slechts verkregen worden door een' hoogeren luchtdruk, door middel van een naauwkeurig sluitend deksel op de ziedpan. Bij deze lastige omstandigheid komt nog, dat de pekel met de toenemende verdigting steeds minder water, als damp, ontwijken laat, dan zuiver water bij gelijke verwarming en gelijke drukking doen zou. Als b. v. zuiver water 100 pond verliest, dan verliest, onder gelijke omstandigheden, de pekel, welke reeds tot eene twintigloodigheid uitgedampt is, slechts 66 pond. Deze bezwaren bij het zieden der pekel worden echter eenigermate verminderd doordat zij een en een vijfde maal grooter vermogen tot warmteleiding bezit en tevens eene mindere warmtecapaciteit heeft, dat is minder brandstof behoeft

om met water tot een' gelijken graad verwarmd te worden; de zelfde warmte welke 100 pond eener 20 tot 25 loodige pekel tot 80° R. verhit, kan slechts 85 pond zuiver water tot denzelfden warmtegraad brengen.

Het moeijelijk bevriezen der pekel maakt in den winter het arbeiden in de zoutziederijen gemakkelijk. Eene tweeloodige pekel bevriest eerst op een weinig boven — 1° R. eene vijftienloodige op — 9¼° R.

Om het zoutgehalte eener pekel te leeren kennen, gebruikt de zoutzieder een zeer eenvoudig werktuig, de zoutweger, welke, in de pekel gedompeld, op gelijke wijze het zoutgehalte aangeeft, als de alkoholweger het alkoholgehalte eener vloeistof.

Dat het op deze wijze aangetoonde zoutgehalte niet uit keukenzout alleen, maar ook uit andere in de pekel opgeloste zouten bestaat, is ons reeds van vroeger bekend. De zoutweger toont slechts het ruwzoutgehalte, dat is alle vaste stoffen die in de pekel opgelost zijn. Uit welke bestanddeelen, behalve het keukenzout, dat ruwzout zamengesteld is, zou der scheikunde waarschijnlijk, ten minste voor een gedeelte, onbekend gebleven zijn, als men geen keukenzout had moeten maken. Immers daardoor werden er vele duizenden kubiek voeten pekel uitgedampt, en zoo werden er, na het winnen van het keukenzout, in de overblijvende moederloog ook die stoffen en wel in genoegzame hoeveelheid aangewezen, welke in zoo geringe mate in het ruwzout aanwezig zijn, dat de scheikundige, die slechts eenige ponden pekel in zijne kolf verdampen kan, haar niet zou hebben kunnen bespeuren.

Algemeen, hoewel in geringe hoeveelheid, bevindt zich in de zoutbronnen koolzure kalk, koolzure bitteraarde of talkaarde, dolomiet, en koolzuurijzeroxydule, sideriet, alle drie door koolzuur, dat ook nooit in de pekel ontbreekt, opgelost. Reeds gedurende het gradeeren verlaat het koolzuur grootendeels de pekel en dus ook de drie genoemde verbindingen, en die drie vaste stoffen scheiden zich dan eveneens uit de pekel af, voornamelijk in den doornwand der gradeerhutten.

In eene nog grootere hoeveelheid en misschien wel als een even vaste medgezel van het keukenzout in de zoutbronnen als in de

steenzoutbeddingen, bevindt zich daarin de zwavelzure kalk, gips, en wel meestal in de verhouding waarin hij bovendien in water oplosbaar is, namelijk 1 pond in 400 pond water; waardoor de meeste zoutbronnen tevens verzadigde gipsoplossingen zijn. In dezelfde mate als het oplosmiddel van de gips, het water, door de verdamping vermindert, moet, naar de ons bekende wetten, de gips afgescheiden worden, waarbij deze deels met de zoutkristallen die zich het eerst vormen, als pannesteen of ketelsteen, op den metalen bodem der pan vastbrandt, of voor een gedeelte, maar zonder nadeelig te zijn, het keukenzout verontreinigt.

Met deze moeijelijk oplosbare en algemeen verspreide zouten der zoutbronnen, komt er ook een even algemeen maar buitengewoon oplosbaar zout in voor, de zoutzure bitteraarde. Zij blijft geheel en al in de moederloog achter en kan het gewonnen keukenzout hoogstens daardoor verontreinigen, dat zij tusschen de zoutkristallen ingesloten wordt. De verontreiniging van het keukenzout met zoutzure bitteraarde maakt het meer vervloeijend, wijl de laatste, zelfs uit oogenschijnlijk drooge lucht, het water gretig opzuigt en daardoor vervloeit.

Eindelijk vindt men nog in elke zoutbron, doch nooit te gelijk, maar elkander uitsluitende, twee andere, gemakkelijk oplosbare zouten, zoutzuren kalk, chloorcalcium, en zwavelzure bitteraarde of engelsch zout. Daardoor kan men de zoutbronnen in chloorcalciumzoutbronnen en bitterzoutbronnen verdeelen. Het volgende lijstje geeft de wezenlijke bestanddeelen te kennen van drie bronnen der eerste en drie der tweede soort:

	Chloorcalciumbronnen:			Bitterzoutbronnen:		
	Sulze in Mecklenburg.	Westerkotten in Westfalen.	Halle.	Artern.	Stassfurth.	Luneburg.
Keukenzout:	4,51	7,43	17,72	2,45	16,22	24,60
Gips:	0,10	0,18	0,46	0,43	0,48	0,34
Koolzure aarden:	0,01	0,97	0,01	0,01	0,03	0,01
Koolzure bitteraarde:	0,30	0,09	0,40	0,06	0,16	0,13
Chloorcalcium:	0,50	0,23	0,13	—	—	—
Bitterzout:	—	—	—	0,01	0,20	0,24

Behalve de boven besprokene vaste geleiders van het keukenzout in de zoutbronnen, komen er ook nog andere, afwisselende stoffen, maar slechts in zeer geringe hoeveelheden voor, die in de bovenstaande lijst als koolzure aarden bijeen gevat zijn.

Zwakke zoutbronnen moeten vóór het zieden gegradeerd worden om brandstof te besparen, dat is: zij moeten door de doornheg der bekende gradeerhutten in millioenen druppels verdeeld en vervolgens beneden in vergaderbakken weder verzameld worden, nadat de pekel, op de lange wandeling door de doornheg, vooral bij droog, winderig weder, door verdamping een gedeelte van het water, maar, naar wij weten, geen zout verloren heeft, en dus zoutrijker in de vergaderbakken aanlandt. [1]

Door de ontwijfelbaar zekere afstamming van het zout der zoutbronnen van steenzoutbeddingen of gangen, zou men ligtelijk kunnen meenen dat de zoutbronnen des te rijker aan zout zijn moesten, of wel dat men het steenzout zelf moest vinden, hoe dieper men de boorgaten maakte. Beide gevallen hebben, wel is waar, plaats gehad, maar even zoo dikwijls is het tegendeel geschied, als men de zoutlaag doorgestoken en op eene zoetwaterlaag gekomen was en daardoor de zoutbron slechter maakte of wel geheel bedierf.

In de zoute meren ontmoeten wij het zout in dit hoofdstuk nogmaals.

3. De derde klasse der minerale bronnen, de bitterwateren, zijn die welke het minst gevonden worden. Zij onderscheiden zich door haren bitteren smaak, die door zwavelzure bitteraarde veroorzaakt wordt. De langst bekende bitterwateren zijn die van Epsom, in het graafschap Surrey, in Engeland, waarom het bitterzout, dat daar het vroegst gewonnen werd, ook nog tegenwoordig „engelsch zout” of „epsomzout” geheeten wordt. Het saidschitzer en pullnaër bitterwater, uit de Saatzerkreiz in Bohemen, is algemeen bekend. Aziatisch Rusland is het rijkst aan zulke bronnen.

---

[1] Over de verdere bewerkingen in de zoutkeet verwijzen wij naar het werk van Meyn, dat wij op bladz. 285 genoemd hebben.

4. De zwavelbronnen zijn zeer kenbaar door den reuk naar vuile eijeren, dien zij aan hun gehalte aan zwavelwaterstof te danken hebben. Bij het opwellen uit den bodem is haar water volkomen klaar, doch weldra wordt het troebel en laat zwavel als een geelachtig wit poeder bezinken, waardoor de randen der bronputten met een rijkelijk bezinksel van zwavelpoeder bedekt plegen te zijn. Nog gemakkelijker dan door den reuk en den eenigzins zoetachtigen smaak, zijn zelfs zeer zwakke zwavelwateren daardoor te herkennen, dat een stuk zilvergeld, dat er in gelegd is, in weinig tijds zwart wordt. De zwavelwateren komen als koude en als warme bronnen voor. De koude bevatten meer zwavelwaterstof dan de warme, en worden daarom, als zij namelijk om dat gehalte vooral gebruikt worden, het meest gezocht, doch ook worden zij tevens het minst aangetroffen. Westfalen is rijk aan koude zwavelbronnen: Nenndorf, Eilssen, Bentheim, Coppenbrügge enz., nevens welke, in het zuiden van Duitschland, die van Weilbach in Nassau en van Boll in Wurtemberg genoemd mogen worden. Onder de warme zwavelbronnen zijn sedert overoude tijden de beroemdsten de Aachner en Burtscheider van + $34^1/_2$ en 60° R., die van Wildbach in Gastein, Warmbrunn, en de reeds aan de romeinen bekende pyreneënbaden van Bagnères en van Barèges. De sterkste zwavelwateren die bekend zijn, vindt men in de kleine rivieren Guitimba en San Pedro aan den voet van den mexikaanschen vulkaan Jorullo, welke in Junij 1759 ontstond en in het begin van September reeds tot eene hoogte van 1600 voet opgerezen was. Die riviertjes vormen bij haar begin kleine watervallen en staan duidelijk met het vulkanismus in verband.

Ook moeten wij hier aan de kunstmatige minerale bronnen denken, warme zoowel als koude. Eenige bronnen van Bohemen, die zeer in bestanddeelen verschilden, namelijk die van Bilin, Teplitz, Püllna en Saidschitz, gaven den apothecar Strüve te Dresden aanleiding om te beproeven of hij haar kunstmatig zou kunnen namaken. Terwijl hij de steensoorten waaruit die bronnen voortkwamen, in dergelijke hoeveelheden in water oploste als waarin zij in den schoot der aarde opgelost konden worden,

vervaardigde hij, na telkens beter gelukte proeven, kunstmatige minerale wateren. Weldra werden die wateren in de bekende „*Strüve'sche Trink-Anstalten*" te Dresden en vele andere groote steden, belangrijke mededingers van de natuurlijke minerale bronnen. Het was natuurlijk dat de „Brunnenarzte" in het begin sterk tegen die nieuwigheid ijverden, maar weldra moesten zij bekennen dat er in de werking van de natuurlijke en in die van de kunstmatige minerale wateren naauwelijks eenig verschil te bespeuren was.

Bovendien gaven de wateren van Strüve het bewijs van de gegrondheid der theorie der minerale bronnen, die op het overoude, maar eeuwen lang niet geachte gezegde berust: *aqua talis, qualis terra, per quam fluit* (het water is zoo als de bodem door welken het vloeit dit medebrengt). Zij bewezen verder dat de natuur- en scheikundige wetten, die overal heerschen, ook hier gehoorzaamd worden. Strüve verdreef volkomen uit de badplaatsen den „brongeest" aan wien men op geheimzinnige wijze de genezende kracht der bronnen toeschreef. Jammer slechts dat hij ook den onreinen geest van het hazardspel niet mede verdrijven kon!

Maar aan den anderen kant mag men zeggen dat de gedoode brongeest weder opgestaan is, namelijk in zoo verre dat de nieuwere school der geneeskunst meer en meer toestemmen moet, dat het bij vele zoogenaamde gezondheidsbronnen niet zoo zeer haar bijzonder scheikundig karakter is, wat de zieken verligting of genezing verschaft, als wel het genot van warm water, baden, gezonde kost, geregeld dieet, verandering van lucht, beweging, rust van werkzaamheden, aangenaam gezellig verkeer, in één woord — „de brongeest."

Wij moeten nu tot de beschouwing van de salpeter-, naphtha-, cement- en omkorstende bronnen overgaan.

De salpeterbronnen worden vooral in Hongarije en Zevenbergen gevonden; in het laatste land hoofdzakelijk langs de rivier Szamos. Zij bezitten salpeterzure kali, kali-salpeter of gewone, verschillende van de zoogenaamde chili-salpeter, welke natronsalpeter is, en geven gelegenheid om die voor de buskruidfabrieken

zoo noodzakelijke stof, te winnen. De salpeterbronnen vormen na hare opwelling niet zelden kleine, stilstaande meren en vernietigen allen plantengroei. Als die meertjes dan in het warme jaargetijde uitdampen, laten zij op den bodem eene korst van salpeterkristallen achter.

Van de naphtha- of steenoliebronnen behooren te dezer plaatse slechts die genoemd te worden, welke eigenlijk waterbronnen zijn, en op haren weg naphtha aantreffen en medenemen. De naphtha, eene ligt brandbare, olieachtige koolwaterstofverbinding, is eene van de ontledingsproducten der steenkolen en andere organische stoffen, in de lagen der aardkorst. Zulke bronnen vindt men op vele plaatsen der aarde, vooral in vulkanische streken, in de nabijheid van zoutbeddingen en zoutsteppen, en in steenkoolgebergten. Het beroemdst door zijne bijna volkomen zuivere naphthabronnen is Baku, op den noordwestelijken oever der Kaspische zee, waar de bodem, sedert duizende jaren, op vele plaatsen met eene heldere vlam brandt. Men verzamelt daar jaarlijks 10 millioen pond bruine, troebele steenolie en 3 millioen pond zuivere, heldere, welke bij uitsluiting naphtha geheeten wordt. In het zuiden van Italie en Sicilie is naphtha de medgezel van vele slijkvulkanen, die wegens de gassen welke zij ontwikkelen ook luchtvulkanen of macaluben geheeten worden.

De cementbronnen bevatten opgelost kopervitriool, zwavelzuur koperoxyde. Zij komen als aanzienlijke, zelfstandige bronnen, maar ook als mijnwater in ertsmijnen voor, en hebben de eigenschap om een daarin gelegd stuk ijzer schielijk met eene dunne laag koper te overtrekken. Dit verschijnsel berust op de omstandigheid dat het zwavelzuur van het zwavelzure koperoxyde eene grootere verwantschap tot het ijzer dan tot het koper heeft. Het verlaat dus het koper en verbindt zich met het ijzer tot zwavelzuur ijzeroxyde, ijzervitriool of koperrood, terwijl het verlaten koper weder in metaaltoestand terugkeert. Op deze wijze verkrijgt men uit sommige cementbronnen, b. v. te Neusohl in Hongarije, zoogenaamd cementkoper, door oud ijzer in cementwater te leggen, waarop zich langzamerhand koper

afzet, dat vervolgens door smelting daarvan weder afgescheiden wordt.

Aan de omkorstende bronnen, incrusterende bronnen, hebben wij reeds in het vierde hoofdstuk, bladz. 205, gedacht, en bij het daar gezegde hebben wij slechts weinig te voegen. Eene der belangrijkste bronnen dezer soort vond de amerikaansche reiziger Eli Smith aan den voet van den Taurus. Die bron had, daar zij uit de kalkrotsen van den oever van eene rivier te voorschijn kwam, eene brug gevormd, waaronder door de rivier haren loop ongestoord vervolgde. Reeds 40 tot 50 voet van de rivier af begon het vormen van zoetwaterkalk, tufkalk, welke langzamerhand tot naar den overkant der rivier overstak. Verder naar beneden is er aan dezelfde rivier nog eene andere brug in opbouw. Nevens het vroeger gemelde bekken, dat de groote geyser zich uit zoetwaterkwarts gevormd heeft, melden wij hier de overkiezelende bron San Miguel del Fay in Catalonie, waarin de voorwerpen, die men er in gelegd heeft, binnen weinig tijds met eene korst van kleine zoetwaterkwarts- of vuursteenkristallen overtrokken worden. Maar aan het wonderbare grenst wat men van eene heete bron in Peru verhaalt, die niet ver af ligt van de stad Huancavelica, zoo beroemd door hare kwikzilvermijnen. Het water zet, terstond reeds na het opwellen, zoo veel bijna zuiver witte zoetwaterkwarts af, dat het schijnt alsof het daarin verandert. De genoemde stad is geheel uit zulke kwarts gebouwd, en om de moeite van het bekappen der steenen te besparen, leidt men het water in vierkante, holle bakken of vormen, welke zich schielijk met de steenmassa opvullen. Ja men zegt dat er vuursteenen standbeelden verkregen worden, door het water in holle vormen te laten loopen, wat dan zijne zoetwaterkwarts in die gedaante afzet [1].

Eindelijk moeten wij ons hier nog aan de doornheggen der gradeerhutten herinneren, die ook zoutbronnen tot omkorstende bronnen maken. Daar de gips, die in de pekel opgelost is, slechts in veel water oplosbaar blijft, zoo moet zij zich afscheiden als

[1] Berghaus, *Allgemeine Länder- und Völkerkunde*, Bd. 2. S. 45.

de pekel, door het verdampen van haar water, ten gevolge van het druppelen door de doornheg, steeds armer aan water wordt. Zoo als bekend is blijft de gips dan rondom de takjes en doornen der heg zitten en maakt die ten laatste, als men haar niet vernieuwt, als tot een koraalgewas dat zeer taai is.

Nu moeten wij nog aan zulke bronnen, die niet onafgebroken vloeijen, eenige opmerkzaamheid schenken. Vele zijn in dit opzigt aan den tijd van het jaar en aan het weder gebonden, en deze hebben wij vroeger reeds als hongerbronnen leeren kennen. Men heet haar echter ook tijdelijke of temporaire bronnen. In de zwitsersche Alpen zijn vrij veel dergelijke bronnen die slechts van Mei tot October vloeijen, en daarom Mei- of lentebronnen geheeten worden. Zij staan waarschijnlijk met het smelten der eeuwige sneeuw en van het bergijs, dat gedurende den winter niet plaats heeft, in verband.

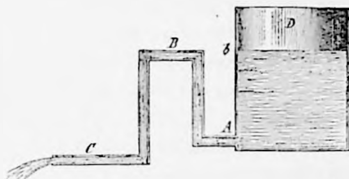
Geheel anders zijn de tusschenpoozende of intermitterende bronnen, waartoe, gelijk wij gezien hebben, ook de groote geyser en de Strokkr behooren. Bij haar duurt de tusschenpoos van rust slechts een' korten, meestal tamelijk vasten tijd, bij de eene eenige minuten, bij anderen eenige uren of dagen.

Sedert langen tijd trachtte men het afwisselend verschijnen en wegblijven dier bronnen uit verschillende oorzaken te verklaren, welke toch bewezen werden niet goed gevonden te zijn, b. v. door onderaardsche windvlagen of door de eb en den vloed der zee. Het eerste is bovendien eene niet bewijsbare gissing en het laatste wederspreekt zichzelve, daar er geene tusschenpoozende bron bekend is die met de eb en den vloed op en neder gaat. De abbé Paramelle, dien wij straks nader zullen leeren kennen, klaagt in zijn werk over de kennis der bronnen, dat men sommige tusschenpoozende bronnen, door het opsporen van hare oorzaken, verstoord en toch de gewenschte verklaring niet gevonden heeft.

Tusschenpoozende bronnen zijn slechts in groote en hooge bergketenen aanwezig. Zwitserland is daar bijzonder rijk aan, en de oude zwitsersche natuuronderzoeker Joh. Jac. Scheuchzer telt reeds een tamelijk groot getal van zulke bronnen op.

Ofschoon er bij mijn weten nog geene tusschenpoozende bron — wat ook wel naauwelijks uitvoerbaar zal zijn — door onmiddellijk onderzoek bekend geworden is, zoo is toch de theoretische verklaring daarvan volkomen voldoende, en de werkelijkheid zal vermoedelijk niet anders zijn. De werking van den hevel is genoeg om de tusschenpoozende bron te verklaren. Fig. 46 stelt een vat

Fig. 46.



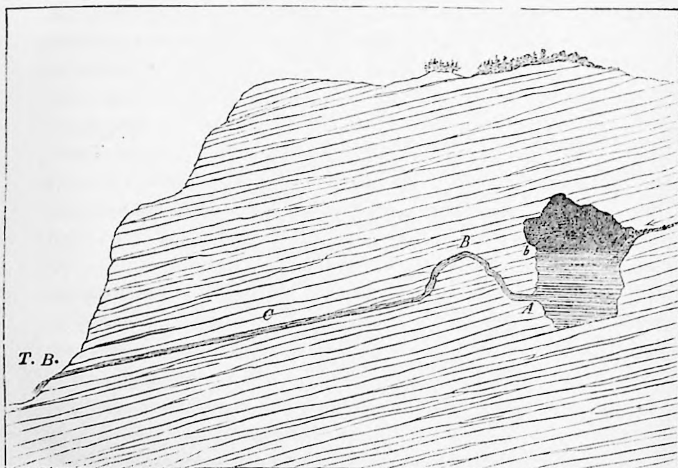
Model voor eene tusschenpoozende bron.

voor, boven welks bodem, zijwaarts, eene buis naar buiten gaat, die viermaal in scherpe hoeken gebogen is. A. B. C. Als wij in zulk een vat water gieten, moet het door het horizontale gedeelte A der buis in het gedeelte B opstijgen, en wel altijd tot eene gelijke waterhoogte als er in het vat D staat. Van het oogenblik af dat het water in D zoo hoog staat, dat het in het horizontale gedeelte B komt, moet het hieruit in het tweede loodregte gedeelte naar beneden en door het laatste horizontale C naar buiten vloeijen. Nu kunnen wij ophouden met meer water in het vat te gieten, en er zal toch zoo lang water uit C loopen totdat het onder de opening, bij A, in het vat D, gedaald is. Wij allen kennen de werking van den hevel: ook deze buis is een hevel, als gevolg van de luchtdrukking. Op het oogenblik waarin het horizontale gedeelte B vol water is en dit uit het linker einde begint te vloeijen, houdt hier de luchtdrukking op en werkt zij slechts nog op de oppervlakte D. Eindelijk moet er op den bodem van het vat nog een weinig water blijven staan, en wel in het midden van de wijdte van het gedeelte A. Gieten wij dan weder water in het vat zoo zal het uitvloeijen ook weder aanvangen, en telkens beginnen als het water op het waterpas *b* B, dat is in het vat D

en in de buis B even hoog staat. Maken wij nu een' toestel, waarbij eene buis even wijd als de hevelbuis voortdurend water in het vat D brengt, dan zal het er ook voortdurend bij C uitloopen, want het waterpas *b* B blijft hetzelfde, omdat de aan- en de afvoer van het water gelijk is. Maken wij echter de aanvoerende buis naauwer dan de hevelbuis, dan moet er bij C, bij afwisseling, water uitvloeijen en niet uitvloeijen, want de werking van den hevel, of wat hetzelfde is, de eenzijdige luchtdrukking, zal uit de wijdere hevelbuis meer water afvoeren, dan de naauwere buis aanvoeren kan, en dus moet de hevel wachten totdat de aanvoerbuis weder water tot op het waterpas *b* B in het vat verschaft heeft.

Wij weten dat in het binnenste der bergen niet zelden groote en kleine holen, en voor den waterstroom vlakloopende barsten en voegen, of ook pijp- of buisvormige aderen voorkomen, en zoo kunnen wij ons gemakkelijk verbeelden dat er toestanden zijn zullen aan die van Fig. 46 vrij gelijk.

Fig. 47.



Theorie der tusschenpoozende bronnen.

Figuur 47 is de loodregte doorsnede eener bergmassa welke uit lagen bestaat die digt op elkander liggen en naar het westen vallen of hellen. In die massa is een ruim hol, waarin water komt van regts af, door een naauw kanaal aangevoerd, terwijl er links uit eene lagere opening van het hol water wegloopt door een wijder kanaal, dat als een hevel, dat is eerst opwaarts en dan met de voegen gelijkloopende, naar beneden gerigt is. Stellen wij ons nu voor dat de geheele ruimte ledig is. Wij laten nu het water van regts af in het hol loopen; het stijgt langzamerhand daarin naar boven en tevens ook in het afvoerkanaal op, tot aan B; nu begint hierin het afvloeijen naar C, en daar het afvoerkanaal wijder is dan het aanvoerkanaal, zoo kan dit in het aanvoeren van water geen gelijken tred houden met het uitvloeijen, en als de watervoorraad tot op A afgevoerd is, moet er eerst eenige tijd verloopen, tot dat het waterpas *b* B weder hersteld is. Wij hebben dus hier bij T. B. eene tusschenpoozende bron. Het is gemakkelijk te begrijpen dat de duur der tusschenpoos, de intermissie, van de betrekkelijke wijdte der aan- en afvoerende kanalen of rotsaders en van de ruimte van het hol afhangt. Zoo kunnen wij ook ligtelijk begrijpen hoe eene tusschenpoozende bron tot eene voortdurend vloeijende, of omgekeerd, uit de laatste de eerste worden kan, en wel als de tot dien tijd overal even wijde aanvoerbuis naauwer wordt. Niet minder gemakkelijk zien wij in wat er gebeuren moet als het aanvoerende kanaal wijder is dan het afvoerende: het geheele hol moet dan aanhoudend vol water blijven en de bron moet zonder tusschenpoos en met geweld opwellen, wijl er eene sterke drukking op haar water plaats heeft door de geheele watermassa van het altijd volle hol.

Daar de tusschenpoozende bronnen van zulke bijzondere voorwaarden afhangen, zijn zij natuurlijk veel zeldzamer dan de gelijkmatig vloeijende, ofschoon er toch reeds vele zulken gevonden zijn. Van verscheidene, die sedert langen tijd bekend zijn, heeft men in de tusschenpoozen en ook in den rijkdom aan water veranderingen waargenomen. Dit kan ons niet verwonderen als wij ons herinneren hoe, door de „uittering van den bodem" door de bronnen, een

ineenzinken der rotslagen en daardoor eene verandering in de ruimten harer holen moet verwekt worden.

Eene bron bij Fontestorbe in het departement Ariège is te gelijk eene altijd doorvloeijende en eene tusschenpoozende; als er veel regen valt vloeit zij voortdurend, maar in de drie zomermaanden intermitteert zij zoo, dat zij alle driekwartieren 18 minuten lang vloeit.

Niet zoo gemakkelijk te verklaren zijn de heete tusschenpoozende bronnen, waartoe de ijslandsche geysers behooren. Langen tijd meende men die afwisseling door de afwisselende spanning van heete gassen, welke zich in de diepte ophoopen, te kunnen verklaren. In den laatsten tijd heeft Bunsen, die zich in 1846 met Descloiseaux op IJsland bevond, eene betere theorie daarvoor opgegeven, welke J. Müller, te Freyburg in den Breisgau, door een model bewezen heeft waar te zijn. Volgens die theorie wordt het heete water, dat uit eene nog grootere diepte opstijgt, in de zoogenaamde geyserpijp, welke 70 voet diep en 9 tot 10 voet wijd is, door eene bron, welke zich op die plaats bevindt en nog heeter is, nog meer, en wel tot dampvorming verhit. Die damp verwekt de boven door Pliny Miles beschrevene donderslagen en het opspringen van het heete water, terwijl het terugvallende, in de lucht afgekoelde water datgene, hetwelk in de geyserpijp staat, eveneens verkoelt, en er eerst eene nieuwe verhitting gevorderd wordt om eene nieuwe uitbarsting te weeg te brengen.

Wij mogen onze bronnenbeschouwing niet eindigen, zonder eenen man te gedenken, aan wien zij gelegenheid gaven, om voor zijne medemenschen, en het eerst voor de leden zijner gemeente, hoogst nuttig te zijn. Het groote gebrek aan water, waaronder zijne gemeenteleden gebukt gingen, verkondigde hij hun geenszins als eene straf van den hemel, en overstroomde hen in plaats daarvan met het schuimende water zijner kanselwelsprekendheid; maar hij schonk hun, alsook aan vele anderen, eene ware gave van den hemel: klaar, zuiver water in vele duizenden van bronnen. Wie denkt hier niet aan den naam van Paramelle, die omstreeks vijftien jaar geleden beroemd was als die van eenen man, wiens

bekwaamheid om bronnen op te sporen aan het wonderbare grensde? Zelfs in dagbladen werd hem eene soort van tooverij, het bezit van eene wigchelroede, toegeschreven, en de edele weldoener der menschheid kwam daardoor bij velen in den reuk van kwakzalverij. Sedert dien tijd heeft de abbé PARAMELLE een eigen werk over zijne „bronnenkunde" uitgegeven, dat eeniglijk op de grondslagen der geognosie en op eene met moeite verworvene ondervinding gebouwd is, en waarin hij elk historisch overblijfsel van den ouden, nog aan de schatgraverij verwanten bergbouw, volkomen verwerpt.

Wij meenen wel te doen met voor onze lezers en lezeressen iets te ontleenen uit dat in vele opzigten leerzame en onderhoudende boek, en vooral uit het 28ste hoofdstuk „Oorsprong en voortgang dezer theorie." Daaruit blijkt dat PARAMELLE aan zijne, in den waren zin des woords, smachtende gemeente niet een schat aanbood zonder moeite verkregen, maar de uitkomsten van jarenlange nasporingen, bij welke toch zijn edele ijver niet verflaauwde, toen in het begin allerlei moeijelijkheden die belemmerden.

Nadat PARAMELLE eerst de geognostische gesteldheid van het terrein, waarop zijne gemeente Saint-Jean-Espinasse, departement du Lot, ligt, en dat ten opzigte van de bewatering van een geheel bijzonder karakter is, kortelijk beschreven heeft, geeft hij de volgende beschrijving van de waterarmoede dier streek:

„De 24 kantons, welke het oostelijke en zuidelijke gedeelte van het departement uitmaken, liggen allen op kalkformatiën, en in allen ontbreken ten eenenmale bronnen, fonteinen, ja zelfs gewone putten met bronwater. Men kan in eene regte lijn van het oosten naar het westen gaan, van Lissac tot Mareuil, een afstand van 54 kilometers (ongeveer 8 duitsche mijlen), zonder een' enkelen waterloop aan te treffen, en van het noorden naar het zuiden, van Mezels tot Sauliac, een afstand van 46 kilometers (ongeveer 7 duitsche mijlen) zonder aan andere waterloopen te komen dan aan de beek van Gramat, welker benedenste gedeelte drie vierden van het jaar geheel droog is. Dit gedeelte van het land, dat dus bijna geen water heeft, heeft eene oppervlakte van 50 □ uren.

„Het watergebrek is in die streek het gewone onderwerp der gesprekken, en het zien van het onbeschrijfelijke lijden, dat door dit gemis veroorzaakt wordt, wekte weldra bij mij het diepste medelijden op. Dagelijks verhaalde men mij dat in de meeste gemeenten de gezamenlijke inwoners, in den druksten tijd, een, twee, drie, vier en vijf uren ver gaan moesten om het benoodigde rivierwater, in tonnen, voor hun en hun vee te halen. Die, welke noch trek- noch rijdieren bezitten, en alzoo verre het grootste deel der bevolking, halen het water in emmers, die zij op het hoofd dragen, 2 tot 3 uren ver weg; anderen hebben geen ander, noch beter drinkwater dan het troebele en stinkende uit de drinkbakken van het vee. Op vele plaatsen verkoopt men het rivierwater voor 20 tot 30 *centimes* de emmer, en elk trek- of lastdier heeft dagelijks voor meer dan 12 *sous* aan water noodig. Van tijd tot tijd ziet men aan den oever der rivier schapen, die sedert verscheidene dagen geen drinken gehad hebben, sommigen storten zich in de rivier en verdrinken, anderen overladen zich zoo met water dat zij daardoor sterven. Na hunne terugkomst van de rivier zijn die dieren bijna even dorstig als toen zij er heen gingen. Als er brand komt ontbreken de middelen om dien te blusschen.

„Huizen die regenbakken bezitten zijn uiterst zeldzaam, en zulke bakken zouden slechts voor openbaar gebruik kunnen opengesteld worden, als de eigenaar zich zelven aan watergebrek zou willen blootstellen. Als eene gemeente een put bezit, waar water in is, dan is het in zijnen omtrek als eene aanhoudende jaarmarkt. De lieden, die van verre met hunne kudden daarheen stroomen, moeten dikwijls uren lang wachten, tot dat de eerst aangekomenen hunne dieren gedrenkt en hunne tonnen gevuld hebben.

„Toen ik al deze en andere klagten over watergebrek hoorde, zeide ik dikwijls in mijzelven: zou het mogelijk zijn dat God zoo vele ongelukkigen voor altijd tot de kwellingen van den dorst zou veroordeeld hebben? Zou het dan niet mogelijk zijn om in dit ongelukkige land bronnen op te sporen, al lagen zij ook nog zoo diep! — Ik bezat reeds eenige geologische kennis en ik wist dat

er op de kalksteenformatie even veel regenwater nedervalt als op andere, en zoo begon ik met deze ruime, drooge bergvlakte her en derwaarts te overkruisen en te doorwandelen, steeds moeite doende om den loop van het regenwater na te sporen en bronnen te zoeken. Bijna twee jaren verliepen er zonder dat het mij gelukte het geringste teeken van de aanwezigheid eener bron te bespeuren. Overal waren de inwoners overtuigd dat men er in die streek nooit zou vinden, daar de tallooze, sedert onheugelijke tijden reeds dáár ondernomen putgravingen steeds zonder uitkomsten gebleven waren."

Toen het den abbé Paramelle niet op de bergvlakten gelukken mogt om bronnen, of liever de uiterlijke kenteekenen daarvan, te vinden, ging hij naar den voet en de randen dier hoogliggende *plateaux,* waar hij eene menigte bronnen, waar onder zelfs zeer rijke, uit den bodem zag opwellen en waarvan hij gelooven moest: „dat zij niet in het gesteente waaruit zij te voorschijn kwamen en even min in den naasten omtrek ontstaan waren; zij moesten dus door het regenwater gevormd zijn dat op de vlakten nedergevallen en daar terstond door den bodem opgezogen was." Daarom wandelde hij van den oorsprong dier bronnen opwaarts naar de vlakte, om, als het mogelijk was, de sporen van haren loop op de oppervlakte der aarde te vinden. Maar te vergeefs. Hij kwam in streken die geheel met zulke kuilen, die men *bétoires* noemt, bedekt waren en van welke hij zich toen nog geen rekenschap kon geven. Hij wist nog niet den waterloop te zoeken van welker aanwezigheid hij toch overtuigd was. Toen wijdde hij twee volle jaren aan het onderzoek van de oorspronkelijke formatiën van het departement du Lot, op welke hij „door onvermoeid waarnemen de bouwstoffen voor zijne theorie der onderaardsche waterloopen en hun te voorschijn komen" opzamelde. De ondervinding, op dat meer gunstige gebied verkregen, droeg hij toen op de waterarme kalkformatie over en opende de lange reeks zijner ontdekkingen met de uitvinding van den onderaardschen loop van de rijke bron van Louysse. Zoo werd Paramelle geleid tot zijne eerste wet der kunst om bronnen op te zoeken: d a t e r o n d e r e l k e

komvormige inzinking of kuil van den bodem, al is zij ook nog zoo flaauw uitgedrukt, eene bronader ligt. Nu rigtte hij zijne opmerkzaamheid op den oorsprong van zulke bronnen, boven welker vermoedelijken loop dergelijke dalvormige kuilen voorhanden waren, en zag toen in, dat zij onder die *bétoires* lagen welke hem vroeger onverklaarbaar waren en die hij nu steeds op rijen liggen zag.

Nu was het de vraag voor Paramelle om de diepteligging van de bronnen, die hij naar de gesteldheid van de oppervlakte goed geraden had, vooruit te bepalen. Na opmerkzame vergelijkingen van de betrekkelijke diepte waarop de bronnen, die hem reeds bekend waren, liepen, en na vele pogingen tot het gelijkmaken van het waterpas, gelukte het hem ook die vraag te beantwoorden. Ook slaagde hij er in om vooruit den waterrijkdom eener bron op te geven, dewijl hij uit de kloven en kuilen van den bodem het gebied eener bron als afperkte, dat boven de aarde het atmospherische water opzuigt en onder de aarde in een' waterloop vereenigt.

„Zoo slaagde ik er eindelijk in," — zegt de edele priester der weldadigheid, in den volsten zin van het woord — „na eenen negenjarigen, geduldigen en onvermoeiden arbeid, studiën en reizen, theoretisch de lijnen, welke elke bron beschrijft, hare diepteligging en haren rijkdom aan water te erkennen. Ik hield mij toen onledig om de talrijke, uit boeken en uit de natuur verzamelde waarnemingen te regelen en er eene verhandeling over te schrijven."

Zonder eenige overdrijving of overspannen verwachting wendde hij zich, in het jaar 1827, tot den gouverneur van het departement du Lot, welke verstandig de hand, die hem geboden werd, aangreep en aan Paramelle, in de ware en edele beteekenis van het woord de priester der „*innere mission*", een' openbaren werkkring aanwees, waardoor deze weldra in de noodzakelijkheid kwam zijn ambt als priester der kerk neder te leggen.

Wij deelen hier een der praktische gevallen van Paramelle mede, omdat het verhaal daarvan met eene uitdrukking gepaard

gaat, welke zijn geest en zijn karakter in een heerlijk licht vertoont, en welk geval tevens bewijst dat hij wel met wetenschappelijke bescheidenheid, maar toch ook met stoutmoedigheid, de twijfelzucht, betweterij en besluiteloosheid bestrijden durfde.

„Op verlangen van slechts twee personen begaf ik mij in October naar Lavalette, de hoofdplaats van het kanton Charente, eene stad waar men het water, alle zomers, meer dan 1 kilometer ver halen moest. Bij mijne aankomst nam een van beiden mij ter zijde en zeide: „Neem u wel in acht, mijnheer! in wat gij doen en zeggen zult. Gij zijt hier in het midden van philosophen waar men reeds om uwen stand aan uwe kunst geen geloof slaat." „Wees gerust, mijnheer," antwoordde ik, „uwe philosophen zullen weldra niets meer te zeggen hebben."

„Omstreeks 30 burgers en nog vele andere personen volgden mij naar de eerste bron, die ik op omstreeks 100 ellen van de stad aanwijzen kon. Toen de eigenaars, welke mij hierheen geroepen hadden, mijn gevoelen weten wilden, zeide ik: de bron ligt hier op dit punt, dat ik u aanwijs; zij ligt 16 voet diep en is zoo dik als mijn duim. Mij toen wat opristende zeide ik met eenige verheffing van stem: „mijne heeren, ik houd mij in 't geheel niet voor onfeilbaar, wil echter iemand met 300 francs wedden dat wat ik zeg anders uitkomt, dan verwed ik 600 francs op de waarheid van mijne drie bepalingen. Wij kunnen de sommen oogenblikkelijk aan een' derde ter hand stellen en binnen drie dagen weten wie gewonnen heeft." Op die woorden zwegen allen stil, zetten lange gezigten en verbleekten. Na 4 of 5 minuten verhief zich eene stem onder de menigte en zeide: „Nu! spreek toch, 't is nu tijd, spreek op! gij wildet hem immers beschaamd maken als hij hier was; win nu 600 francs!" Na dat zeggen kwam er weêr stilte. Ik wachtte eenige minuten en zeide toen lagchend: „er zijn menschen die eene zaak wel bezweren durven maar niet er op wedden; ik doe juist het tegendeel, want ofschoon ik weet dat ik niet onfeilbaar ben, zoo durf ik wel wedden op wat ik zeg, maar het niet bezweren."

„Na eenige dagen ontdekte men werkelijk de bron op de bepaalde diepte en met den bepaalden waterrijkdom. Vóór dat ik de stad verliet had ik meer dan honderd aanvragen gekregen en 37 bronnen aangewezen."

En toch had Paramelle met allerlei wederwaardigheden te kampen, doch die weldra ophielden.

Tot in 1853 heeft hij, voor en na, 40 departementen van bronnen voorzien, in eenige wel 300, in enkele zelfs 1000, 1500, ja meer dan 3000 aangewezen. Van 1832 tot 1853 reisde hij elk jaar van 1 Maart tot 1 Julij, en van 1 September tot 1 December. „Alle dagen," zegt hij, „behalve op zon- en feestdagen, werkte ik van zonsopgang tot zonsondergang, van de eene plaats naar de andere rijdende, terwijl ik slechts een uur, tusschen 11 en 12 uur, rust nam." In het jaar 1854, toen Paramelle 64 jaar oud was, trok hij zich uit zijne moeijelijke en zegenrijke loopbaan terug en bezorgde eene nieuwe uitgave van zijn werk, waarin hij der menschheid een kostbaar geschenk achterlaat.

Het is misschien niet zoo zeer uit ondank jegens hem als wel uit gedachtenlooze flaauwheid, wanneer Paramelle zich daarover beklagen moet, dat hem, in weerwil van zijn verzoek in het belang der wetenschap en der menschheid, slechts door 25 personen mededeelingen geworden zijn over de uitkomsten van de 10,275 aanwijzingen van bronnen, door hem in 25 jaren gedaan, ofschoon hij nog wel door het afgeven van gedrukte tabellen, die slechts behoefden te worden ingevuld, het geven van zulke opgaven gemakkelijk gemaakt had. Hij weet dus ook slechts bij benadering en in vertrouwen op de zekerheid zijner methode, dat er van die 10,275 bronaanwijzingen, omstreeks 8000 tot 9000 tot met goed gevolg bekroonde putgravingen geleid hebben.

Aan zijn vaderland, op plaatsen waar zij eene dringende behoefte waren, 8000 tot 9000 putten te schenken, geeft regt op den hoogsten lof! Op den duur water te verschaffen waar er gebrek aan is, geldt meer dan het veroveren van een werelddeel; en mijne lezers zullen begrijpen hoe ik daarom te dezer plaatse, met geestdrift, mijn voornemen tot uitvoering bragt om mijne zwakke krachten

aan te wenden tot het verzamelen en opschrijven van alles wat op dat weldadige element betrekking heeft.

Voordat wij den edelen PARAMELLE vaarwel zeggen, kan ik niet nalaten om eene der vele oordeelvellingen over hem, uit zijn eigen boek aan te halen, nadat ik de volgende woorden van hem eerst vermeld zal hebben, die een zeer gepast gevoel van eigenwaarde verraden.

„De ijver, met welken de menschen eener plaats een persoon gevolgd zijn en gadegeslagen hebben, die zij zich verbeeldden dat de moeite waard was om bekeken te worden, doet mij bijna gelooven dat diegenen, welke mij niet gezien hebben, nieuwsgierig naar het portret zijn zullen, dat vele dagbladen van mij gegeven hebben; die afschildering moet men echter steeds beschouwen als een weinig te veel gevleid.

„De abbé PARAMELLE is 52 jaar oud [1]. Hij is lang en regt van houding en zijne gezondheid is zoo goed dat hij nog geheel het frissche uitzigt en de spierkracht van een veel jonger mensch heeft. De eenvoudigheid van zijne kleeding is buitengewoon en valt in het oog. Hij draagt veelal zwarte kleederen, die aan zijn priesterschap herinneren en hem slechts door hunne wijdte lastig kunnen worden. Zijn uitzigt is kalm, zacht en belangwekkend, zijn blik scherp en doordringend, zijne manieren zijn eenvoudig doch bevallig. Op zijn gelaat schittert verstand en gevatheid. Zijn geheel voorkomen heeft wel iets van het strenge eens bergbewoners, maar het mishaagt des te minder daar zich terstond onder het boersche uiterlijk de schoone ziel, de krachtige en buigzame geest van den man verraadt. Hij spreekt noch fraai noch treffend, maar daarentegen steeds kort, duidelijk, bevattelijk en zonder omhaal van woorden. Hij houdt noch van praatjes, noch van praatjesmakers. Alle lastige vragen, waarmede men hem overstelpt, snijdt hij kort af. Het berigt, dat de heer PARAMELLE aangekomen is, maakt vooral in waterarme streken een' grooten indruk. Men meent in hem een godsgezant, een tweede MOZES te zien komen, en het

[1] Dit artikel verscheen in 1842 in den *Courier de la Drôme*.

volk stroomt hem te gemoet. Hij wordt omringd, ondervraagd en geraadpleegd. Maar dit alles glijdt als langs hem af, zijn blik rust meer op de landerijen, op den bodem met zijne toevallige afwijkingen en zijnen plantengroei, dan op de brave lieden die om hem heen dringen. Als de nieuwsgierigheid een weinig voldaan is, lacht hij welwillend de menigte toe en verklaart haar telkens en altijd bijna op dezelfde wijze, dat hij noch een heilige, noch een goochelaar is.".

Het kan onzen lezers niet ontgaan zijn dat de theorie van Paramelle voor een groot gedeelte berust op datgene wat Volger de „tering van den bodem" noemt, en dat de stelregel van Volger, die wij op bladz. 374 vermeld hebben, niets anders is dan het eerste middel van Paramelle om den onderaardschen loop van eene bron te erkennen. Wie met opmerkzaamheid den bodem van de duitsche bergvlakten gezien heeft, b. v. de zachtgolvende bergweiden van het saksische Ertzgebergte, moeten daar dikwijls lange kuilen en groeven in het oog gevallen zijn, in welker diepste gedeelten somtijds zelfs een dunne waterstraal loopt, die echter meestal ontbreekt, en onder welke alsdan, naar de theorie van Paramelle, onfeilbaar eene bron gevonden moet worden, en wel eene des te rijkere, hoe meer vertakt die oppervlakkige bodemkuilen zijn. Zulke lang uitgestrekte en vertakte kuilen houdt men wel algemeen voor uitwerkselen van het water, maar als men die voor beddingen van voormalige bronnen aanziet, dan verwijdert men zich misschien van de waarheid; zij zijn ten minste waarschijnlijk slechts tijdelijke beddingen van regen- en sneeuwwaterbeken. Die kuilen zullen eerder de uitwerkselen of liever de blijken zijn van het inzinken van den barstigen bodem, die door den onderaardschen waterloop zonder ophouden uitgespoeld of uitgeteerd wordt.

Eene bijzondere soort van bronnen zijn de zoogenaamde bronkoppen of rivierhoofden, rivierverrijzingen, *kephalaria*, welke wij niet beschouwen kunnen zonder de naauw met hen verbondene *katabothra*, welk woord door rivier- of bronverzinkingen vertaald kan worden.

Als men langs den straatweg van Laibach naar Triëst reist, wordt men bij Oberlaibach op eene bijzondere wijze verrast. Links, digt bij den weg, komt eene niet onbelangrijke, waterrijke, zeer snel loopende rivier den reiziger te gemoet, en toch ziet deze een hooge rotsmuur de rigting, waaruit de rivier komt, versperren. Zij komt echter werkelijk uit den muur, maar tevens breed, waterrijk en vol uit eene lage rotspoort, waaruit zij, na een' onderaardschen loop van vele uren lang, in het daglicht komt. Die rivier is de Laibach, welke niet ver van daar bevaarbaar wordt. Doch Oberlaibach is niet hare geboorteplaats, maar slechts die harer wedergeboorte, want reeds vroeger heeft zij onder een' anderen naam, als Unz, eene verre reis in de bovenwereld gemaakt, waartoe zij, eveneens reeds groot en sterk, uit de diepten der aarde, gelijk bij Oberlaibach, te voorschijn trad. Maar ook daar was nog niet de geboorteplaats der rivier. Zij is geboren onder den naam van Poik; na een' langen loop onder dien naam stort zij bij Adelsberg, in den ingang van het beroemde Adelsbergerhol, met een' oorverdoovend gebruisch naar de benedenwereld, en staat eerst bij Planina als Unz weder op.

Hier zien wij dus bij ééne rivier drie bovenaardsche en twee onderaardsche stroombedden; het verdwijnen eerst als Poik, toen als Unz, dient ons als twee voorbeelden van de *katabothra* of rivierverzinkingen; het verschijnen als Unz en als Laibach als twee voorbeelden van de *kephalaria* of rivierverrijzingen.

Bovendien is de landstreek tusschen Oberlaibach en Triëst rijk aan ongewone verschijnselen van den aardbodem. Dat ruwe, over ontzettende uitgestrektheden slechts uit verbrokkelde rotsen en grindhoopen bestaande Karstgebergte is in zijn binnenste vol holen, en zijne zigtbare deelen vertoonen dikwijls mijlen ver talrijke, trechtervormige rotskuilen, waarin het regenwater sneller loopen en onderaardsche stroomen naar alle rigtingen vormen moet, die op vele plaatsen plotseling als waterrijke rivierverrijzingen te voorschijn treden moeten. Zoo zijn er, onder anderen, ten noorden van Triëst vijf groote rivierverrijzingen, die, uit de

strandrotsen van de zee brekende, zich, na ongeveer 500 schreden afzonderlijk geloopen te hebben, met elkander vereenigen. Zoo vormen zij die rivier, welke de ouden reeds zoo merkwaardig gevonden hebben en die zij „Timavus" noemden, gelijk zij thans Timavo heet. Op de plaats waar de vijf rivierverrijzingen zich vereenigen is de Timavo 200 schreden breed; hij valt na eenen loop van naauwelijks een kwartier uurs in zee, welker waterspiegel slechts weinig lager is dan de zijne.

Wie kent niet de bron van Vaucluse, bij welke PETRARCA zijne dweepende liefde voor LAURA DE NOVES in poezij uitstortte? Die bron is eene der merkwaardigste rivierverrijzingen. Zij vormt eene vierkante ruimte van 150 voet lengte en 90 voet breedte, in eene diepte van naakte, op muren gelijkende kalkrotsen. Daardoor ontstaat een bekken, vol van het zuiverste, klaarste water, waaruit de bron, op vele plaatsen zoo wit als sneeuw, opborrelt. Aan een' hoek van dit bekken bevindt zich eene poort, of liever een voorportaal van 8 tot 10 voet hoog, de ingang van een wijd hol, dat als een trechter in eene ondoorgrondelijke diepte schijnt te verdwijnen. Op den achtergrond, regts, ziet men den ingang van een ander meer, dat voor de hoofdbron doorgaat. Zóó is de toestand van de bron van PETRARCA bij lagen waterstand, als het water drie voet hoog in het bekken staat. Bij gemiddelden waterstand verschijnen er nieuwe bronnen, gedeeltelijk uit den bodem van het bekken; de onderaardsche meren verhoogen hunnen waterstand en de groene bulten van de rots, die den bodem vormt, worden met duizende zilveren stralen bedekt. Bij hoogen waterstand is het portaal, als het ware, eene urn, die eene ontzettende massa water als een waterval uitgiet; dan is de waterstand 15 tot 20 voet hooger dan op het laagste punt, en slaan daar golven, welke met die eener onstuimige zee te vergelijken zijn. Het afvloeijende water vormt de Sorgue, welke terstond bevaarbaar is, en dus bewijst dat zij uit onderaardsche meren geboren wordt, die door aanhoudend regenen en door het smelten der sneeuw, door onderaardsche waterloopen meer dan vol gemaakt worden en dus overloopen [1].

[1] BERGHAUS, t. a. p. S. 110.

Vele rivierverrijzingen komen ook onder den zeespiegel naar boven, en dan dringt het ligtere zoete water met geweld in het zeewater naar boven. Men ziet zoo iets b. v. aan de rivier Dina in Griekenland, die, voordat zij in de zee uitloopt, eene rivierverzinking vormt, om dus onderaardsch te worden en naar zee te loopen, maar onder het water van de zee te blijven. 956 tot 1270 voet van den oever af ziet men, bij windstilte, groote kringen door het naar boven dringende zoete water gevormd en zand opgeworpen worden.

De zamenhang van zulke waterverzinkingen met binnenzeeën of meren hebben wij aan het lac du Joux en het lac des Rousses, op bladz. 374, leeren kennen. Bekend is ook de zeldzame natuur van het Zirknitzer meer, in Karinthie, dat bij afwisseling verdwijnt, doordat het water verzinkt. Het staat waarschijnlijk met den onderaardschen loop van den Laibach in verband. In zulke onderaardsche waterloopen en kleine onderaardsche meren, want ook die zijn er in het aan holen rijke Karstgebergte, leeft een van de zonderlingste schepsels van het dierenrijk van Europa, de bijna geene oogen hebbende, op eene hagedis gelijkende *Hypochthon laurenti*. Dit dier is het eenige ware amphibie van Europa, want het heeft zijn geheele leven lang longen en uitwendig aanhangende kieuwen, het is dus even goed tot ademhaling in de lucht als in het water ingerigt. Bovendien heeft er zich in die wonderbare wereld onder de aarde, welke in het Adelsberger hol haar hoogste punt bereikt, eene eigene bevolking van dieren gevormd, namelijk eenige kleine slakken en eenige kevers, die nooit het daglicht aanschouwen en dus geene oogen hebben.

Elders komen er in onderaardsche wateren visschen in menigte voor, die deels bij uitsluiting daarin behooren. Bij de uitbarstingen der vulkanen van Quito worden dikwijls in eene groote menigte cycloop-meervallen, *Pimelodus cyclopum*, deels levende, deels door de groote hitte gedood, uit de onderaardsche meren, te gelijk met het water daarvan naar buiten geworpen; en dat er zelfs door arteser putten bewoners van onderaardsche waterbekkens opgeworpen worden, hebben wij reeds op bladz. 358 vermeld.

Nevens natuurlijke waterverzinkingen zijn er hier en daar ook kunstmatige, die men maakt door in een zeer barstig gesteente meer of min diepe en wijde gaten te boren, om van het water bevrijd te worden dat voor den landbouw, of zelfs ook slechts voor de huishouding, lastig zou zijn. RÉNÉ, „de goede koning," niet slechts de afgod der poëten, maar ook de weldoener van zijn land, veranderde de moerassige vlakte van Paluns, bij Marseille, in een vruchtbaar wijnland, doordien hij het water van de oppervlakte der aarde naar de diepte leidde, door middel van zinkputten, waaruit het tusschen de rotslagen door loopt en digt bij de zee als springende bronnen weder te voorschijn komt. In zandige streken vindt men bij vele boerderijen zoogenaamde zinkgaten of zinkkuilen, waar het ingeworpen of ingevloeide water langzamerhand in de diepere lagen der aardkorst wegzinkt, en zoo een beeld is van den atmospherischen oorsprong der bronnen. Eene stijfselfabriek te Villetaneuse, bij St. Denis, ontdoet zich door middel van een' zinkput dagelijks van 70,000 kan stinkend water. Te St. Denis zelve is eene vernuftige vereeniging van een' arteser put met een' zinkput. Drie pijpen, die zoo in elkander geplaatst zijn dat er tusschenruimten openblijven, maken den geheelen toestel uit. De naauwste of binnenste pijp reikt, 207 voet lang zijnde, in eene waterhoudende laag; de tweede, 175 voet lang, eveneens; de buitenste en wijdste pijp gaat slechts weinig diep naar eene barstige laag der aarde die water opzuigt. Uit de binnenste en de middenste pijp springt het water omhoog, dat tot reiniging van het plein, waarop de put zich bevindt, gebezigd wordt en daarna van zelf, door de buitenste pijp, weder in den grond verzinkt.

Velen kunnen zich eene bron eigenlijk niet voorstellen zonder waterval, want het onafscheidbare bijvoegelijke naamwoord: „murmelende" kan zij slechts verdienen als zij in haren haastigen en schuifelenden loop over kleine of groote trappen van den bodem heentrekt en als afhuppelt; en zoo doorvliegt onze ge-

dachte bijna onwillekeurig de lange rei van murmelende beekjes die eindigt bij den donderenden sprong in den afgrond, welken de Niagara doet, en bij welks beschrijving de pen verlamt.

Bij het aanleggen van tuinen is het toppunt van de kunst om eene effene vlakte door boomgroepen af te breken, en vooral om over kunstig opgestapelde steenbrokken een kunstmatige waterval naar beneden te doen storten. De opgeruide zee ontzet ons binnenste door hare geweldige schoonheid; de waterval verwekt door zijne tooverachtige schoonheid rust en kalmte in ons gemoed, en hij verlevendigt tevens ons schoonheidsgevoel, zoodat het ons hier moeijelijk valt om ons tot eene koele schets te bepalen en ons negende hoofdstuk niet vooruit te loopen, waarin de waterval als „sieraad van het landschap” eene zoo groote rol speelt.

Het denkbeeld dat wij van een' waterval, afhankelijk van de helling der baan van het vloeijende water hebben, is geenszins helder en scherp afgeteekend, noch in overeenstemming met de onbegrensde verscheidenheid van de hellinghoeken. Hier wordt de waterval door een' loodregten, zelfs overhangenden rotswand veroorzaakt, en draagt in dat geval zijnen naam met volle regt; ginds is hij als verscheurd en verbroken, en niets dan een wild schuimen van het water door eene naauwe, sterk hellende rotskloof.

De watervallen behooren, met zeldzame uitzonderingen, tot den wilden jongelingsleeftijd der rivieren, tot de zoogenaamde „bovenloopen”, en komen dus slechts in hooge streken voor. Het werk der rivier, haar bed, is in haren bovenloop nog zoo goed als niet begonnen. Door de sterke helling harer baan wordt zij gedwongen met grooten spoed den naasten weg te gaan en daarbij dikwijls in sterk gebogene en gekromde lijnen, *en zigzag*, heen en weder gedreven, en over plotselinge trappen der baan naar beneden geworpen.

In de bovenloopen der rivieren, waar deze nog niet één ligchaam geworden zijn, maar uit nog onvereenigde, niet naar eenheid strevende krachten, uit beken, bestaan, vertoonen zij nevens eene stille, oplossende kracht ook het ruwe geweld dat rotsen ver-

brokkelt en steenen voortstuwt, zij krijgen nog geene stof voor het bewegelijke bed van haren loop, die eenmaal een rustig leven leiden zal. Immers het grind, dat zij medeslepen, blijft aan de onderste grens en de zijden van den geheelen bovenloop terug, ofschoon het schijnen kon dat de rivieren, die uit hooge bergruggen der Alpen ontspringen, eene neiging tot afzetting van grindmassaas bezitten, daar zij meestal onder het vormen van deltaas in zee loopen, terwijl zulke die niet uit de Alpen komen, onverdeeld en onmiddellijk in zee vloeijen. Voorbeelden van de eerstgenoemden zijn de Rijn, de Po, de Rhône en de Donau; van de laatsten de Elbe, de Weser, de Seine enz.

Watervallen worden slechts zelden door groote rivieren en het meest door beken, die zich nog in hare bergachtige geboorteplaatsen bevinden, gevormd. De bergbeken hebben meestal naar de jaargetijden en den toestand van het weder een' zeer afwisselenden rijkdom van water, en dragen, zoowel naar hare bijzondere gesteldheden als naar het spraakgebruik der landen, verschillende benamingen. Wildbeek, ruischbeek, gietbeek en andere zijn in vele landen gebruikelijk, waarbij wij nog de ons bekende bergijsbeek voegen, welker bron, wel is waar, niet onder de oppervlakte der aarde ligt, maar die toch ook uit eene diepte, en wel van onder het soms vele honderde voeten dikke bergijs voortkomt. Daardoor zijn bergijsbeken ook onmiddellijk van de warmte der lucht afhankelijk, en vele daarvan verdroogen in den winter geheel of bezitten ten minste slechts zulk water, dat aan den onderkant van het bergijs, uit echte bronnen, uit den rotsbodem opwelt.

Gelijk bij het begin van deze tweede afdeeling van ons vijfde hoofdstuk, toen wij door het bijeenkomen van dampblaasjes bronnen zagen gevormd worden, zoo moeten wij ook hier, bij het bijeenkomen van bronnen tot beken, en van beken tot rivieren, aan het motto van deze afdeeling: *concordia res parvae crescunt*, denken. De kleinste bron verkrijgt van hen, die er omheen wonen en aan welke zij drinkwater levert, haren bijzonderen naam, dien zij behoudt, totdat zij dien verliest in de eerste grootere bronbeek,

waarin zij uitloopt. Zoo gaat dat opgaan op telkens grootere schaal voort, tot dat ten laatste de groote stroom gevormd wordt die onmiddelijk naar zee loopt, en voor welks naam alle namen van zijne bijstroomen wijken — een fraai beeld van het opgaan van vele kleinheden in ééne grootheid.

De veelvuldig vertakte en ingewikkelde en verwarde loop, dien b. v. de vele duizende bronnen nemen, welke ten laatste tot één vereenigd als Rijn in de Noordzee vloeijen, verkrijgt in ons oog een groot gewigt, als wij bedenken welk eene groote rol de rivieren in den omloop van het water spelen; zij voeren onafgebroken het overschot van wat door het leven der natuur niet verbruikt is, naar de zee weder terug, als eene vergoeding voor haar eeuwig verlies door verdamping. De bronnen zijn de millioenen fijne draden die zich in de rivieren tot de sterke banden vereenigen waarmede de zee aan het vaste land vastgeknoopt is.

Wie denkt hier niet aan eene dergelijke inrigting van het dierlijke ligchaam, waarin het hart en de longen dergelijke middenpunten als zee, aardbodem en dampkring zijn, en omtrent welke de vaten en de rivieren zich gelijkelijk verhouden. Maar ten opzigte der slagaderen is er dit onderscheid, dat de vloeistof uit een of eenige hoofdstammen in steeds fijner zich vertakkende en ten laatste haarfijne vaatjes, de haarvaten, overgaat, terwijl bij de rivieren vele kleine stroompjes, de bronnen, zich tot minder talrijke, grootere stroomen, en ten laatste tot een' enkelen grooten stroom vereenigen, terwijl de vloeistof ook in die rigting stroomt. Zoo is het ook bij de aderen, welke het onbruikbaar geworden bloed uit de ligchaamsdeelen naar het hart terugvoeren om vernieuwd te worden. Als wij dus de vergelijking ten opzigte der werking willen volhouden, dan moeten wij den tegenhanger van den slagaderlijken bloedsomloop in de luchtzee zoeken. Daar wordt in den regen het voedende bloed gevormd, en in de winden en luchtstroomen mogen wij eene gelijkenis met de zich vertakkende slagaderen zien. Het overgeblevene gedeelte van het levenwekkende element wordt door de bronnen, beken en rivieren, als aderen, weder teruggevoerd,

om door de verdamping weder tot een' nieuwen omloop op te stijgen.

Doch met deze vergelijking gaat het zoo als met de meeste gelijkenissen, namelijk dat zij min of meer mank gaan, maar het was ons hier ook minder te doen om die vergelijking zoo treffend mogelijk te maken, dan wel om met nadruk aan het groote belang van den omloop des waters te herinneren. In de natuur van het water ontbreekt de tegenhanger van het fijne haarvatenstelsel, waardoor de ligchaamsdeelen gevoed en vernieuwd worden, bijna geheel, doch de mensch, als hij weet wat hem voordeel doet, vergoedt dat gebrek. De spaansche boer verpleegt met onvermoeide zorg datgene wat hij van de mooren geërfd heeft — het fijn gesponnen net van bewateringskanalen des bodems. Dat zijn de ware haarvaten van de wateraderen. Wij komen hierop later terug.

Bij het geven van namen aan rivieren, waarbij alle vroegere beeknamen voor altijd vervallen moeten, is niet altijd regtvaardig gehandeld. Immers altijd moet er ten laatste de naam overblijven van diengene der bijstroomen welke zich met elkander vereenigen, die bij de laatste vereeniging de grootste was, dat is welks bron het verste van den mond af ligt. Tegen dezen algemeen gevolgden regel verliest de Moldau ten onregte haren naam in de Elbe, want zij is bij hare vereeniging met deze laatste breeder en langer dan gene. Hetzelfde is het geval met de Havel, die haren naam in de Spree verliest; met de Rhône ten opzigte van de Saône, welke laatste van Lyon af haren zuiver noord- en zuidelijken loop behoudt, en dus de Rhône, die van het oosten komt, opneemt, maar niet deze de Saône. Dit laatste, wat bij de Rhône en Saône niet in acht genomen is, heeft men bij den Donau en den Inn als maatstaf gebruikt, want anders zou de sterkere zoon der Alpen zijn naam misschien niet in den Donau verloren hebben, waarover Ebel klaagt, maar dat toch niet onregtvaardig is, daar de Donau bij zijne vereeniging met den Inn breeder is, en tot dat punt ook reeds een' langeren loop heeft.

In eenige gevallen verdringt, van de laatste groote vereeniging af, een nieuwe naam de beide namen der groote rivieren die in-

eenvloeijen. De Weser, uit de Werra en de veel kleinere Fulda gevormd, moest eigenlijk tot aan zee Werra heeten. De prachtige Garonne verliest haren naam door een bedrog der natuur, want de Gironde, welken naam zij, met de Dordogne te zamen, van Bourg af draagt, is slechts een zeeboezem tot een' langen, wijden riviermond, waarin het water brak is, ingekrompen.

Als men eene kaart beschouwt waarop, met weglating van de politieke verdeelingen, slechts de rivieren en bergen afgebeeld zijn, dan geeft zij op het eerste gezigt een zeer vreemden indruk en alles schijnt er verward dooreen te liggen. Maar weldra herkent men de naauwe betrekking tusschen de verheffingen van den bodem en den waterloop, en bij een nader onderzoek van de verwarde, golvende waterlijnen en bergruggen, vindt men daarin dat wat men het stroomgebied noemt.

Elk ons bekend stroomgebied (die van Afrika en Nieuw-Holland zijn ons nog zoo goed als onbekend) eindigt ten laatste aan den rand van het vaste land, waar het al het water, dat het bijeenverzameld had, door den heerschenden stroom in zee laat uitgieten, en waaraan slechts sommige kleine, zoogenaamde kustrivieren zelfstandig hare schatting betalen. Maar in het grootste, afgeslotene vastelandsligchaam, Azie, is een ontzaggelijk stroomgebied van 198,000 vierkante duitsche mijlen, waaruit geen druppeltje in zee vloeit. Dit is het door Berghaus zoogenaamde gebied der continentaalstroomen.

Als men de opsomming der rivieren van een land in een aardrijkskundig werk leest, dan zou men meenen, dat het aantal rivieren, die een stroomgebied hebben, zeer groot moet zijn. Het is integendeel betrekkelijk klein, daar alle zamenhangende, kleinere en grootere rivieren, met hare beken en bronnen, die ten laatste in eenen stroom in zee uitloopen, slechts een stroomgebied vormen. Het stroomgebied van den Donau b. v. strekt zich dus uit van het zuidwesten van Duitschland tot aan de Zwarte zee en loopt ten noorden en ten zuiden ver in het land op.

Op de kaart van Berghaus, waarop hij het stroomgebied van de rivieren van Europa en Azie door gekleurde lijnen van elkander

afscheidt, zijn er voor Europa slechts 25 afgeteekend en de inhoudsgrootte in vierkante duitsche mijlen aangegeven.

Stroomgebied	van	de	Wolga,	24,840	vierk. d.	mijlen,
"	"	den	Donau,	14,630	"	"
"	"	den	Dnieper,	10,605	"	"
"	"	den	Don,	10,526	"	"
"	"	de	Newa,	4,200	"	"
"	"	den	Rijn,	4,080	"	"
"	"	de	Weichsel,	3,540	"	"
"	"	de	Elbe,	2,616	"	"
"	"	de	Oder,	2,440	"	"
"	"	de	Loire,	2,121	"	"
"	"	de	Duna,	2,090	"	"
"	"	den	Memel,	2,011	"	"
"	"	den	Po,	1,872	"	"
"	"	den	Douro,	1,828	"	"
"	"	de	Rhône,	1,760	"	"
"	"	den	Ebro,	1,569	"	"
"	"	den	Dniester,	1,440	"	"
"	"	de	Seine,	1,414	"	"
"	"	den	Taag,	1,360	"	"
"	"	de	Guadiana,	1,210	"	"
"	"	den	Guadalquivir,	940	"	"
"	"	de	Weser,	820	"	"
"	"	den	Minho,	740	"	"
"	"	de	Garonne,	152	"	"
"	"	den	Adigo,	zonder getal mijlen, maar omstreeks aan de Weser gelijk.		

De grootste europeesche stroom, de Wolga, is echter een continentaalstroom, daar hij zijne wateren, die hij voor een groot gedeelte uit aziatische landen krijgt, in een meer, de Kaspische zee, uitgiet.

Op de bovenstaande lijst missen wij de engelsche, skandinaafsche, deensche en italiaansche rivieren. De bergruggen, die midden door Skandinavie en Italie loopen, verhinderen eene groote

ontwikkeling der rivieren, en ook de andere genoemde landen hebben daartoe eene te kleine oppervlakte.

De volgende lijst bevat de namen van nog eenige stroomen en rivieren van Azie en Amerika, en geeft de grootte op van haar stroomgebied, ook in afdalende orde door Berghaus opgeteekend:

Stroomgebied	van	den Amazonestroom,	94,500	vierk. d.	mijlen,
〃	〃	den Mississippi,	61,400	〃	〃
〃	〃	den Obi,	57,800	〃	〃
〃	〃	de La Plata,	55,400	〃	〃
〃	〃	den Jenisei,	49,033	〃	〃
〃	〃	de Lena,	37,150	〃	〃
〃	〃	den Amur,	36,430	〃	〃
〃	〃	den Jang-Tse-Kiang,	34,200	〃	〃
〃	〃	den Hoang-Ho,	33,600	〃	〃
〃	〃	den Mackenzie,	27,600	〃	〃
〃	〃	den Ganges,	27,030	〃	〃
〃	〃	den Saskatschawan,	22,500	〃	〃
〃	〃	den Irawaddi,	20,700?	〃	〃
〃	〃	den Indus,	19,500	〃	〃
〃	〃	den St. Laurens,	18,600	〃	〃
〃	〃	den Tocantin,	17,780	〃	〃
〃	〃	den Orinoko,	15,750	〃	〃
〃	〃	den Sir,	14,870	〃	〃
〃	〃	den Menam-Markaun,	13,500	〃	〃
〃	〃	den Euphraat,	12,230	〃	〃
〃	〃	de Columbia,	12,150	〃	〃
〃	〃	den Amu,	12,100	〃	〃
〃	〃	den San Francisco,	11,700	〃	〃
〃	〃	den Rio del Norte,	11,250	〃	〃
〃	〃	den Lobnoor,	11,070	〃	〃
〃	〃	den Colorado,	10,575	〃	〃

De monden van de vijf eerstgenoemden dezer rivieren voeren het vlietende zoete water van bijna een zevende gedeelte der geheele oppervlakte van het vaste land der aarde in zee. Uit den breeden mond van den Amazonestroom loopen de tallooze bronnen

die op eene ontzaggelijke oppervlakte van 94,500 vierk. d. mijlen ontspringen, vereenigd in zee. De grenspunten van dezen reus der stroomen, die het verst van elkander af zijn, strekken zich uit van 20° Z. B. tot 5° N. B. en van 93° tot 53° W. L. Bovendien is het stroomgebied van de Amazone het meest afgeronde en het regelmatigste der geheele aarde; het gelijkt veel op een flaauw getand en stomp afgerond boomblad, welks middennerf, die een weinig naar den noorderrand ligt, de Marañon, en welks beide zijnerven de Rio Negro en de Madeira vormen: alle drie maken zij ten laatsten nog een lang eind, den naamvoerenden Amazonestroom, den steel van het blad, uit.

Bij de opgave van de lengte van eene rivier rekent men die bron, welke het verst van den mond verwijderd ligt, als punt van aanvang, en onderscheidt daarbij de stroomsontwikkeling en den direkten afstand van den mond. Natuurlijk is de eerste lengte veel grooter dan de laatste. Bij den St. Laurens bedraagt de stroomsontwikkeling meer dan het dubbele van den direkten afstand. De reden daarvan ligt in het rijzen en dalen van het stroomgebied, waardoor de loop dikwijls tot het maken van de grootste krommingen en omwegen gedwongen wordt. De omvang van het stroomgebied staat in geene gelijke verhouding tot den direkten afstand en zelfs niet altijd tot de stroomsontwikkeling, want die omvang hangt af van den rijkdom en het getal der bijrivieren, welke het stroomgebied wel in de breedte, maar niet veel in de lengte kunnen uitstrekken. De Dniester heeft bij een stroomgebied van 1440 vierkante mijlen, wegens zijnen lang uitgestrekten, regten loop, 90 mijlen direkten afstand, terwijl de Seine, met een stroomgebied van 1414 vierkante mijlen grootte — en dus niet veel kleiner — slechts 55 mijlen direkten afstand tusschen bron en mond heeft.

De volgende lijst geeft, volgens Berghaus, van de belangrijkste rivieren der aarde 1. de grootte der stroomsontwikkeling, 2. die van den direkten afstand van de bron tot den mond, en 3. de grootte der stroomkrommingen. De beide laatste getallen geven bijeengeteld natuurlijk den som van het eerste.

Rivieren.	Werelddeel.	Grootte van de strooms-ontwikkeling.	Direkte afstand van de bron tot den mond.	Grootte der stroom-krommingen.
Mississippi-Missouri.	Noord-Amerika.	890	353	537
Marañon.	Zuid-Amerika.	770	387	383
Jang-Tse-Kiang.	Azie.	720	392	328
Jenisei.	d°.	700	307	393
Niger.	Afrika.	650?	253	397
Lena.	Azie.	600	349	251
Amur.	d°.	595	305	290
Obi.	d°.	580	319	261
Nyl (Bahrel Afrek).	Afrika.	560?	330	230
Mackenzie.	Noord-Amerika.	530	241	289
Wolga.	Europa.	510	150	360
Hoang-Ho.	Azie.	510	310	290
Indus.	d°.	490?	274?	216
La Plata.	Zuid-Amerika.	480	257	223
Rio del Norte.	Noord-Amerika.	460?	305?	155
St. Laurens.	d°.	450	215	235
Ganges.	Azie.	420	206	214
Saskatschawan.	Noord-Amerika.	416	231	185
Donau.	Europa.	374	220	154
Euphraat.	Azie.	373	150	223
San Francisco.	Zuid-Amerika.	350	218	132
Gihon of Amu.	Azie.	350	204	146
Columbia.	Noord-Amerika.	340?	144?	196
Orinoko.	Zuid-Amerika.	338?	92?	246
Ohio (Mississippigebied)	Noord-Amerika.	310	147	163
Sihon of Sur.	Azie.	302?	190?	112
Tarim.	d°.	270	173	97
Dnieper.	Europa.	270	137	133
Kama (Wolgagebied).	d°.	263	57	206
Olenek.	Azie.	250	150?	100
Senegal.	Afrika.	248	128?	122
Don.	Europa.	240	102	138
Dwina.	d°.	216	95	121
Elbe (Moldaubron).	d°.	171	86	85
Kur.	Azie.	160	80	80
Theiss (Donaugebied).	Europa.	160	32	128
Rijn.	d°.	150	90	60
Duna.	d°.	140	70	70
Rhône.	d°.	140	52	88
Weichsel.	d°.	130	70	60
Loire.	d°.	130	80	50
Oder.	d°.	120	70	50
Taag.	d°.	120	90	30
Memel.	d°.	115	60	55
Newa.	d°.	111?	79?	32
Douro.	d°.	110	65	45
Dniester.	d°.	110	90	20
Ebro.	d°.	105	67	38
Guadiana.	d°.	105	60	45
Po.	d°.	88	58	30
Seine.	d°.	85	55	30
Garonne.	d°.	80	50	30
Weser.	d°.	70	50	20
Guadalquivir.	d°.	65	45	20
Tiber.	d°.	50	30	20
Minho.	d°.	48	34	14
Pregel.	d°.	25	15	10

De grenzen van een stroomgebied worden door de zoogenaamde waterscheidingen gevormd. Langen tijd meende men dat de waterscheidingen altijd zeer belangrijke heuvelruggen zijn moesten, welke de bronnen links en regts naar een verschillend stroomgebied verwezen, en den loop van grootere beken en rivieren, die van verder gelegene plaatsen afkwamen, van elkander gescheiden hielden. Maar men heeft bevonden, dat zelfs zulke waterscheidingen, die tusschen het stroomgebied van twee groote rivieren of zelfs tusschen vele groepen daarvan lagen, niet zelden zulke onbeduidende verheffingen boven het waterpas van den bodem zijn, dat men die zonder opzettelijke hoogtemeting naauwelijks van de vlakte onderscheiden kan. In het groote stroomgebied tusschen den mond van de golf van Bothnie en de Zwarte zee, welker rivieren deels naar het noorden in de eerste, en deels naar het zuiden in de laatste uitvloeijen, bedraagt de hoogte van de waterscheiding niet meer dan 170 voet boven den waterspiegel der zee. Bovendien bezit dit geheele gebied nergens een' scheidenden muur tusschen die genoemde zeeën. Er ligt daar een aan water buitengewoon rijk, moerassig land van 1500 vierkante duitsche mijlen grootte, waardoor heen, met gebruikmaking van de vele groote rivieren die het doorsnijden, eene waterverbinding tusschen de golf van Bothnie en de Zwarte zee betrekkelijk ligt te maken zou zijn.

Men kan de waterscheidingen in hooge en vlakke onderscheiden. Ten opzigte van de eersten is natuurlijk Zwitserland het leerrijkste land van Europa. Hoe hooger eene waterscheiding is, des te digter liggen veelal de bronnen der rivieren van een verschillend stroomgebied nevens elkander. Het berner Oberland bewijst dit in vele gevallen. Vooral doen dit in het bijzonder de alpendalen waarin bergijs ligt, dat met zijne sneeuwkommen (zie bladz. 161) dikwijls op denzelfden bergrug gelegen is, en toch zijne bergijsbeken naar een verschillend stroomgebied uitzendt. Dit is b. v. het geval met de trotsche, in eeuwige sneeuw en ijs gehulde Jungfrau, welke hare beken noordwaarts naar het stroomgebied van den Rijn, en zuidwaarts naar dat van de Rhône stroomen laat. Aan den oostelijken voet van de Berninagroep lig-

gen, naauwelijks 10 minuten gaans van elkander af, de Lago Nero en de Lago Bianco, de eerste 7185, de laatste 6855 voet hoog: de eerste zendt zijn water met den Inn naar de Zwarte zee, de laatste met den Po naar de Adriatische zee. Natuurlijk bestaat er tusschen hooge en vlakke waterscheidingen geen scherp onderscheid, maar zij gaan als trapsgewijs in elkander over. Behalve bij het overtrekken van bergketenen, merkt men het gewoonlijk niet als men eene waterscheiding overgaat, en ook de veranderde loop der rivieren, die men ontmoet, geeft geen zekeren uitslag, daar men aan veelvuldig gekromde rivieren niet zien kan wat hare hoofdrigting is. Als men op den spoorweg van Kassel naar Marburg reist, trekt men over de waterscheiding tusschen de Weser en den Rijn, wat door de zacht oprijzende bergvlakte naauwelijks te bespeuren is. Bij Marburg is men reeds in het stroomgebied van den Rijn.

De hoogste ontwikkeling van vlakke waterscheidingen vindt men in het noorden van Azie, waar de groote, noordwaarts vloeijende rivieren, zoodra zij haren bovenloop in het gebergte ontkomen zijn, naar het ontzaggelijke vlakke land van Siberie loopen, waar zij nergens door eene belangrijke verheffing van den bodem van elkander gescheiden worden. Zulke vlakke waterscheidingen noemt men draagplaatsen, wijl men zonder veel moeite daar ter plaatse booten uit de eene rivier in de andere overdragen kan. Ook in Noord-Amerika zijn de rivieren, welke in de Hudsonsbaai uitloopen, slechts door draagplaatsen gescheiden, en volgens de kaart van Berghaus, die het stroomgebied van Amerika voorstelt, is zelfs de Mackenzie, welke in de Poolzee, met de Columbia die in de stille Zuidzee uitloopt, verbonden door eene rij van meren en door rivieren, welke die meren weder aan elkander knoopen, zoodat die wateren, als 't ware, de waterscheiding uitmaken, daar zij de beide rivieren naar noord en zuid uitzenden.

Als de draagplaatsen ons bewijzen dat zelfs geringe verheffingen van den bodem in staat zijn om het gebied van groote stroomen van elkander af te scheiden, dan moet het ons des te meer verwonderen, dat de meeste groote rivieren dwars door belangrijke

bergruggen, die zij op haren weg ontmoeten, heenbreken, ja zelfs dat vele rivieren zoo iets meermalen doen. Daardoor ontstaan smalle, soms door de breedte van de rivier geheel gevulde rotsdalen. Zulke dalen zijn echter niet altijd het werk van de rivier, welke de rotsen langzamerhand uitgespoeld heeft, in welk geval men hen erosiedalen, uitspoelingsdalen genoemd heeft, maar even vaak zijn het splijtings- of verscheuringsdalen, verheffingsdalen of inzinkingsdalen, welke door geweldige geologische verschijnselen van anderen aard gevormd werden. Een verheffingsdal is b. v. dat wat onze figuur 41 (op bl. 349) voorstelt, waar de wijze waarop het ontstaat tevens beschreven is. In zulke dalen heeft de rivier slechts haar voordeel getrokken van het voor haar gereed zijnde pad, maar zelve het niet gemaakt. Overigens moet het in vele gevallen moeijelijk zijn om te bewijzen dat een dal een uitspoelingsdal is. Het meest waarschijnlijk is het ontstaan van zulk een dal door uitspoeling, ten gevolge van het doorbreken van de rivier, als beide oeverwanden uit rotsmuren bestaan, waarin de lagen horizontaal liggen. Immers het is dan minder denkelijk dat wij hier eene splijting of eene verscheuring zien, daar in dit geval de beide dalhellingen waarschijnlijk naar buiten of naar binnen hellende lagen zouden vertoonen, en wel naar buiten hellende als de uiteensplijting, de spleet, door eenen stoot, van beneden naar boven werkende ontstaan was, en naar binnen hellende lagen als de kuil door inzinken, door een bezwijken van de onderlaag verwekt werd. De meest bekende doorbraken van rivieren door rotsgesteenten, zijn die van den Rijn bij Bingen, van de Weser door de porta Westphalica, en van de Elbe door de zandsteenrotsen uit de krijtformatie van saksisch Zwitserland. De Rijn heeft zich wel met het meeste geweld eene baan gebroken, waarvoor bewijzen zijn het Schamserdal, de watervallen bij Lauffenburg en Schaffhausen, en zelfs de naauwe, 12 mijlen lange rotskloof van Bingen tot nabij Bonn. Wanneer Berghaus zelfs het geweldigste reuzengebergte der aarde, de Himalaya, door den Indus, den Sutludj, den Brahmapoetra en meer andere rivieren „dwars doorgesneden" noemt, dan zou dat ge-

tuigen, als die rivieren niet in splijtingsdalen loopen, dat er een ontzettend lang tijdverloop noodig geweest is, om die uitspoeling te bewerkstelligen.

Niet minder opmerkenswaard is het dat vele rivieren, als zij in een stroomgebied loopen waarin het onderscheid tusschen hoogten en laagten niet veel te beteekenen heeft, en waar dus geen hindernissen zijn voor haren loop, zij toch haren weg gebaand hebben, juist door de hoogste gedeelten der landruggen heen. Zoo iets doet b. v. de Oder beneden Frankfort.

Maar tegenover dat, als 't ware, eigenzinnig ongebruikt laten en versmaden van het waterpas van den bodem, van den kant der rivier, moet het ons nu des te meer verwonderen, dat er eenige gevallen voorkomen, waar, in eene en dezelfde vlakte, die men vooraf voor het gebied van slechts eene rivier zou houden, twee stroomen vloeijen in eene tegen elkander inloopende rigting en dat zij zich zelfs door eenen arm verbinden. Dat merkwaardige verschijnsel noemt men eene bifurcatie of vertakking van rivieren. De beroemdste bifurcatie vertoont de Orinoko met den Amazonestroom, die door den Cassiquiare, een arm van den eersten, met den Rio Negro, een bijstroom van den laatsten, verbonden zijn, en waarbij de Rio Negro en de Orinoko in tegenovergestelde rigting stroomen.

Bij elk stroomend water trekken twee dingen vooral onze opmerkzaamheid tot zich: de baan van zijnen loop of het bed, en de watermassa zelve, die in beweging is.

Nadat de stelling van Buffon, die op geen enkelen, werkelijk aanwezigen grondslag steunde, dat de rivieren in den regel met de parallellen gelijk zouden loopen, weldra vergeten was, stelde Hausmann de theorie vast die veel in haar voordeel had, dat de loop der rivieren zich naar de geognostische gesteldheid van den bodem rigt. Dit is zekerlijk bij vele rivieren, ten minste voor een gedeelte van haren loop, het geval. De Inn stroomt, boven en beneden Innspruck, langen tijd aan den zuidrand van eene groote laag alpenkalk, de zechsteen; bijna de geheele bovenloop van de Rhône gaat langs den kant van de lei van Wallis; van

Regensburg tot St. Pölten in Beneden-Oostenrijk volgt de Donau over het algemeen de zuidelijke grens van de ontzettend groote gneis- en granietlaag, waarvan het Böhmerwald een gedeelte beslaat. Maar deze en andere gevallen, welke die theorie schijnen te bevestigen, staan of geheel op zichzelve, of die rivieren blijven niet zóó scherp op de afscheidingslijnen der steensoorten, als het geval zijn moest, indien deze werkelijk den loop van het rivierbed beheerschten. Zoo is de andere helft van de theorie van Hausmann ook slechts gedeeltelijk waar, dat namelijk de rivieren in de rigting van de voegen en barsten der lagen van de bergmassaas stroomen, wat wel voor bronnen de regel is, maar in het geheel niet, ten minste niet algemeen, voor grootere rivieren. Daar deze echter door bronnen gevormd worden en het aantal bronnen in haren waterrijkdom gedeeltelijk van den aard der steensoorten afhankelijk is, zoo is het wel zeer natuurlijk, dat men dikwijls eene plaatselijke betrekking tusschen den loop van eene rivier en de geognostische gesteldheid van den bodem aantreft. Maar de meeste rivieren, b. v. die van de Alpen, loopen uit haren bovenloop in eene rigting naar de vlakte, die een meer of min regten hoek met den loop van de voegen der lagen uitmaakt. De Rijn is in de rigting van zijnen loop, over het algemeen, onafhankelijk van de rigting der lagen van zijne oeverbergen.

De rigting van eene rivier, na het punt waar zij eene andere in zich opgenomen heeft, is met zeer weinig uitzonderingen die, welke een van beide rivieren vroeger bezat. Bij de inmonding der Rhône in de Saône blijft de rigting der laatste behouden. Zeldzaam loopen de vereenigde stroomen van het punt hunner vereeniging in eene rigting, die het midden houdt tusschen de beide voormalige rigtingen..

Uit dit alles blijkt, dat in het algemeen de aanwezige dalen de rigting der rivierbedden bepalen, behoudens de vroeger besprokene gewelddadige doorbreking van in den weg staande bergruggen. De vlugtigste blik op de kaart van een bergland bewijst dit.

De gedaante der rivierbedden verandert bij vele rivieren gedurende den loop belangrijk, en daarnaar onderscheidt men den

bovenloop, den middenloop en den onderloop, ten minste als de stroomsontwikkeling groot genoeg is om plaats te geven aan zulk een verschil. De zoogenaamde kustrivieren kunnen natuurlijk in den regel dit verschil niet vertoonen. Wie den geheelen loop van den Rijn en den Donau en zelfs van de Elbe en den Oder kent, voor hem is het niet noodig het karakter van de beddingen te schetsen; maar ook zonder die kennis kan men uit de natuur van het hooge gebergte ligtelijk nagaan, dat de bovenloop van rivieren, die in gebergten ontspringen, een wild romantisch karakter moet hebben, in vergelijking met den kalmen onderloop. De middenloop onderscheidt zich van den bovenloop door een minder verval en ook door dat zijne oevers zich meer van de rivier verwijderen. Terwijl in den bovenloop het verval van de rivier noodwendig het grootst en meest afwisselend moet zijn, wordt het in den middenloop niet slechts minder, maar ook gelijkmatiger en laat zich dus beter en meer bepaald meten. Gewoonlijk toch is de glooijing van het stroombed zeer ongelijkmatig, zoo als blijkt uit de volgende metingen van de snelheid van de Elbe, tusschen de boheemsch-saksische grens en Wittenberg.

Het bed der Elbe glooit (volgens metingen van KUNZE en BERGHAUS) binnen eene duitsche mijl, in de streek tusschen:

de boheemsch-saksische grens en Dresden	$5,_{2}$	par.	voet,
Dresden en Meissen	$8,_{1}$	"	"
Meissen en de saks.-pruiss. grens	$7,_{5}$	"	"
de saks.-pruiss. grens en Wittenberg	$3,_{1}$	"	"

Gelijk de middenloop eerst der rivier volle vrijheid laat om haren weg te kiezen — als wij van zulk eene vrijheid spreken mogen —, en de rivieren dus meestal daarin de slingerendste lijnen volgen, zoo krijgen zij ook eerst hier gelegenheid om haar bed zelfstandig te vormen. Afwisselingen in de vastheid en in het waterpas van den bodem, waarover de rivier loopen moet, hebben grooten invloed op de gedaante van haar bed.

In den onderloop der rivieren blijkt, naarmate zij de zee naderen, de heerschappij van deze laatste nevens de volkomene effenheid van de baan der rivier steeds meer en meer, totdat eindelijk, zoo als

wij dat bij den Rijn (bladz. 226) zagen, het land waar de rivier in zee uitloopt, zelfs somtijds beneden den zeespiegel ligt. Hoe grooter eene rivier is, des te geringer is, in den regel, haar verval in den onderloop, zoodat het b. v. in den Senegal op de laatste 45 duitsche mijlen slechts nog $2^1/_2$ voet bedraagt. Eene rivier zou dus ten laatste ophouden te stroomen, als er niet door het navloeijende water eene aanhoudende drukking of stuwing uitgeoefend werd.

Uit die geringe glooijing van het bed van den onderloop der rivieren, en uit den daaruit volgenden grooten weêrstand, dien een gering beletsel van den bodem in staat is te bieden, alsmede ook uit de toenemende neiging tot eene zijwaartsche beweging, welke een gevolg is van de vermindering der waterbeweging in de hoofdrigting van den stroom — uit al die oorzaken ontspruit de neiging der rivieren om zich in haren onderloop te vertakken. Wij weten reeds dat die verschijnselen te zamen bij vele rivieren tot het vormen van deltaas aanleiding geven, en dat de meeste groote rivieren vóór haren mond, een zoogenaamd deltaland bezitten.

Ten opzigte van de scheikundige gesteldheid is er in het rivierwater een zeer groot verschil. In de eerste plaats moet gezegd worden dat het veel zuiverder is dan het meeste bronwater, dat is, dat het minder vaste stoffen scheikundig opgelost bevat, wijl die door de langdurige en menigvuldige aanraking met de lucht daaruit bezinken (bladz. 203). Daarentegen houdt het steeds meer fijne, onopgeloste deeltjes van vaste stof zwevende, waardoor de meeste rivieren troebel en onzuiver schijnen te zijn, en op welke omstandigheid de gesteldheid van het bed van grooten invloed is. Die beide eigenschappen van het rivierwater, de armoede aan vreemde, daarin opgeloste, en de rijkdom aan onopgeloste, slechts daarin hangende stoffen, maakt het tot drinkwater ongeschikt, vooral ook omdat er koolzuur in ontbreekt, dat gedurende den loop in de lucht ontweken is.

Doch men vindt ook rivieren die zeer klaar zijn en welker water het bronwater in zuiverheid van zwevende deeltjes weinig of niets

toegeeft. Het zijn zulke die zich daarvan volkomen gereinigd hebben in een meer, waar zij doorheen stroomen, in welken tijd de verontreinigende stoffen naar den bodem gezakt zijn. Vooral is dit het geval met de zwitsersche meren. Wij hebben die loutering van de Aar in het Briënzermeer reeds op bladz. 188 leeren kennen. Niets overtreft de klaarheid van de Reuss, als zij in Lucern het Vierwaldstädtermeer verlaat. De Limmat voert het water, dat door verscheidene kleine rivieren troebel in het meer van Zurich gebragt wordt, volkomen klaar daar weder uit, totdat zij kort daarna, door hare vereeniging met de onreine Sihl, hare helderheid weder verliest, gelijk ook de Aar, lang vóór dat zij Solothurn bereikt, door de morsige Sarine of Saane weder troebel gemaakt wordt.

Dat er echter ook rivieren zijn welker water opgeloste vaste stoffen bevat, hebben wij door den Teverone gezien (bladz. 206), waarbij zij uit kalk bestonden, die het water door het verlies van koolzuur afzette. Zeer vaak bevat het rivierwater keukenzout en zelfs in sommige gevallen tot verzadiging, zoodat wij naast de bekende zoutbronnen, zoutrivieren plaatsen kunnen. In eenige, vooral in het zoutrijke Zevenbergen, vloeit het water zigtbaar over steenzoutbeddingen en blijft daarbij desniettemin zoet, b. v. bij Petersalva, wijl het steenzout daar met eene ondoordringbare, hoe zeer ook slechts dunne laag van leem overdekt is.

De vroeger vermelde steenoliebronnen geven in Pensylvanie geboorte aan eene echte steenolierivier, die de *Oil-creek* genoemd wordt.

Maar al die ongewoon groote bijmengselen van opgeloste stoffen in het rivierwater zijn slechts uitzonderingen van den regel, die wij boven leerden kennen, en volgens welke rivierwater scheikundig zuiverder is dan bronwater. Wij geven in het dagelijksch leven en bovenal in betrekking tot huishoudelijk gebruik aan die scheikundige zuiverheid den naam van „zacht" of „week." Wij weten dat het „harde" bron- of putwater niet tot wasschen of tot gaar koken van peulvruchten gebruikt kan worden, en wij zullen hierop in de volgende hoofdstukken terug komen.

De grovere en fijnere steenbrokken die eene rivier medevoert, tot zelfs de fijne slijkdeeltjes waardoor het water troebel gemaakt

wordt, verschaffen den opmerkzamen waarnemer de middelen, om de geschiedenis en de energie van het leven der rivier te bestudeeren. Die massaas steenbrokken, welke door de wateren voortbewogen en ondertusschen bearbeid worden, heet men gerolde en soms ook geschovene keijen of rolsteenen. De voorzetsels *ge* geven duidelijk te kennen dat die steenbrokken langen tijd aan een voortrollen en voortschuiven door het water blootgesteld geweest zijn, en zonder dat iemand het ons gezegd heeft gevoelen wij ons, bij het zien van eene uit zulke gerolde steenen bestaande grindbedding, van zelf geneigd om hunne afronding en afslijping aan het water toe te schrijven. Hoe langer de rolsteenen van een rivierbed daarop voortbewogen zijn geworden, des te kleiner en meer afgeslepen doen zij zich voor, tot dat zij ten laatste, tot een fijn zand gewreven, bij den mond van den langen stroom aankomen.

Bij de beschouwing van het bergijs hebben wij gezien waardoor de steenen, die deels door de oppervlakte van het bergijs voortgedragen, deels door de onderzijde onder hooge drukking voortgesleept worden, zich van de gerolde steenen onderscheiden.

Voor hem die een weinig met de geognostische gesteldheid der geheele baan van eene rivier en van hare bijstroomen bekend is, geeft het een wetenschappelijk genot, den aard en den toestand der gerolde keijen uit haar bed, te onderzoeken. Laat ons als een voorbeeld den midden- en onderloop van den Rijn nemen.

De Rijn heeft, even als vele alpenrivieren, in het meer van Constans een keerpunt van zijn leven. Alles wat hij uit zijnen onstuimigen bovenloop medebrengt, laat hij voor eeuwig in de diepten van dat groote afklaringsbekken zinken, en gelouterd treedt hij, bij Stein, in het laatste stuk van zijnen bovenloop, welken hij, bij Basel, met eene plotselinge kromming naar het noorden verlaat, om, met minder dan de helft van zijn vorig verval, zijnen middenloop aan te vangen. Hier brengt hij dus slechts vreemd eigendom mede: de gerolde steenen welke hem zijne aanvoerende stroomen van het Juragebergte en van den voet van het Schwartzwald toevoerden, en die hij, bij zijne plotselinge loopsverandering, hier als dikke lagen van gerolde steenen en grind

achterlaat. Bij Basel komt hij in het zuidelijke gedeelte van een voormalig zeebekken, het beroemde tertiaire bekken van Mentz, welks bodem hij zelf, in vroegere eeuwen, met eene vele uren breede laag van alluvium heeft bedekt. Dat bekken laat hem, door zijne effenheid, volle vrijheid om zich naar believen slangsgewijs te kronkelen, welke kronkelingen voor de scheepvaart zeer lastig en daarom, door het doorsteken van de schiereilandjes der oevers, hier en daar weggeruimd zijn. Wat de Rijn bij Basel niet aan zijne oevers liet liggen, maar in zijn bed mede voortsleurde, dat is bij Straatsburg en Manheim, maar meer nog bij Worms en Mentz, tegenover den mond van den Main, tot een fijn zand verwreven. De Main heeft een sterker verval dan de Rijn en brengt daardoor grovere brokken en dus weder nieuwe stof om fijn te wrijven, mede, welke hij der tertiaire kalkrotsen ontroofde waarover hij, van Frankfort af, bijna bij uitsluiting heen liep. Dien invloed van den grindtoevoer uit den Main, op den aard der gerolde keijen, kan men langs de geheele Rijngau aan den regteroever van den Rijn bepaald bespeuren, gelijk men ook, zoo als bekend is, tot Bingen het troebele Mainwater nog onvermengd naast het groene water van den Rijn duidelijk kan onderscheiden.

Bij zijne intrede in de rotskloof kort beneden Bingen, bevinden er zich in het bed van den Rijn weder nieuwe massaas grind, welke hem deels de roode Nahe toevoert en die hij deels zelf van den rotsigen oever losrijt. Verder naar beneden komen de Moezel, de Ahr, de Lahn, de Wied en de Sieg, nog binnen het rotsige gedeelte van den schoonen midden-Rijn, van links en regts aan, en brengen nieuw rotsgruis mede, dat de Rijn mede voortsleept en waaronder men, beneden Wezel, nog duidelijk het vulkanische grind uitzoeken kan, dat de Ahr, veel hooger uit de Eifel, naar beneden sleepte. Bij Arnhem en Nijmegen, waar de IJssel en de Waal zich reeds afgescheiden hebben, is al het grind tot zand verwreven, dat eindelijk nog verder naar beneden tot het kleiachtige slijk wordt, waarmede de Rijn zijn uitgestrekt deltaland vormt.

De voortstuwing der gerolde keijen en de daarmede

verbondene veranderingen daarvan in de rivierbedden, is niet in alle jaargetijden gelijk; zij is bij lagen waterstand geringer dan bij hoogen, en het krachtigste gedurende ijsgang. De voortstuwende werking van zelfs kleine bergstroomen is op sommige plaatsen soms verrassend groot, en door hen, welke op die plaatsen wonen, ligt te onderscheiden, als zij de ligging van in het oogvallende brokken in het rivierbed, aan den oever opteekenen, en dan na elken, bijzonder grooten watervloed en na ijsgangen hun voortgang opmerken.

Bij de bepaling van de snelheid waarmede het water eener rivier zich voortbeweegt, kan men niet eenvoudig de wetten van den val van een ligchaam langs een hellend vlak als maatstaf aanwenden, want het vloeijende water is geen vast ligchaam en het bed is geen glad, hellend vlak. Daarom bereikt ook geene rivier dien graad van snelheid, welken zij volgens die wetten zou moeten hebben, en ook daarin wijkt de beweging van het vloeijende water daarvan af, dat zij, vooral in den geheelen middenloop der rivieren, tamelijk gelijkmatig is, en niet eene regelmatig toenemende versnelling vertoont. Ofschoon ook elke rivier hierin hare bijzondere maat te kennen geeft, naar de glooijing en de gesteldheid van haar bed, zoo neemt men toch als gemiddelde snelheid in den middenloop 3 tot 4 voet in de sekonde aan. In den midden-Rijn stijgt die snelheid, ten gevolge van eene bijzondere plaatselijke voorwaarde in het Bingerloch, tot 11 voet. De stroomsbeweging neemt toe met de diepte, dus met de massa van het opeengehoopte water. De stuurman van de stoomboot zoekt daarom, bij het afzakken, de zoogenaamde stroombaan of de stroomtrek, niet slechts omdat daar meer diepte is voor de kiel, maar ook wegens de grootere snelheid. Indien het water van de stroombaan het oeverwater als 't ware vooruitsnelt, vloeit het toch nog niet tusschen twee stilliggende massaas oeverwater daarheen, maar het sleept beide, ten gevolge van de cohaesie, met zich mede en achteraan. Daardoor vormen er zich op de oppervlakte van de stroombaan, bij vooruitstekende hoeken of landtongen, als zamenstootende golfstrepen, welke het oeverwater, zoo als Berghaus dit

zeer gepast uitdrukt, naar zich toe slurpen. Daardoor is ook altijd de oppervlakte der stroombaan een weinig lager dan de zijden der rivier. Bij Dusseldorf bevond men den Rijn aan de oevers 2 tot 4 duim hooger dan in de stroombaan. Men heeft langen tijd gemeend dat die verhouding anders was: men zeide dat de oppervlakte van eene rivier, van den eenen oever naar den anderen, eene soort van welving bezat, en het is niet te ontkennen dat men, vooral door breede, snelvlietende rivieren, dien indruk krijgt; ook is het bewezen dat die welving van eene rivier, onder bijzondere omstandigheden van het bed, op zekere plaatsen voorkomen kan en werkelijk voorkomt. Dit is voornamelijk dan het geval als het water eener stroombaan door eene hindernis op den bodem plotseling opeengehoopt of opgestuwd wordt. Dan ontstaan er aan beide of aan eenen oever, zoogenaamde tegenstroomen, welke men dikwijls ziet bij baankrommigen van de rivieren van kleiachtige vlakten, en die voor den oever, door dien te ondermijnen of uit te spoelen, zeer gevaarlijk kunnen worden.

De luchtstroomen kunnen den loop der rivieren zeer vertragen en zelfs geheel tegenhouden, als zij in tegenovergestelde rigting op de oppervlakte van het water drukken. Daardoor worden somtijds overstroomingen der rivieren, en aan riviermonden de zoogenaamde stormvloeden verwekt, door welke de Newa, in 1824, tot 15 voet hoog in Petersburg opgestuwd werd.

De snelheid van den stroom wisselt ook af met den hoogeren of lageren stand der rivier. Wanneer de rivieren zeer gezwollen zijn stroomen zij sneller dan met een' lagen waterstand en alsdan ook aan de randen, omdat ook die dan eene grootere waterdiepte hebben, waardoor de adhaesie van den bodem het water minder vasthouden kan. Is echter eene rivier buiten hare oevers getreden, dan wordt de overgeloopene, ondiepe watermassa door de vlakten waarop zij ligt, ten gevolge van de adhaesie, zoo sterk vastgehouden, dat zij somtijds den stroomtrek in 't geheel niet volgen kan.

De hoek, onder welken eene rivier in eene andere inmondt, is van veel gewigt voor de verdere snelheid. Deze wordt des te minder gestoord hoe scherper de hoek is waaronder die vereeni-

ging plaats heeft, en omgekeerd. De Main, die bijna in een' regten hoek in den Rijn loopt, wordt door hoogen waterstand van den laatsten bijna drie uren ver tot overstroomen genoodzaakt, omdat zijn water niet slechts daardoor geschut, maar ook tot terugvloeijen gedwongen wordt. Voorheen mondde de Main digt bij Castel (tegenover Mentz) in een' scherpen hoek in, en daardoor was de gemeente Kostheim, welke tegenwoordig zoo geteisterd wordt, op den linker Mainoever gelegen, terwijl zij thans op den regter oever ligt.

Daar de kracht van de inmondende rivier gebroken wordt door de grootere van den hoofdstroom, in dit geval diegene welke na de vereeniging zijne rigting behoudt, zoo kan de eerste ook hare rolsteenen niet verder voort bewegen, en deze hoopen zich dan meestal aan de vereenigingsplaats als eene rigchel, *barre*, op, die voor de scheepvaart zeer hinderlijk is.

Het gehalte van het rivierwater aan daarin zwevende slijkdeeltjes is ons reeds vroeger (bladz. 147) van den Ganges en den Rijn bekend geworden. Dit is niet zonder invloed op de snelheid der rivieren, daar volgens Berghaus, „de adhaesie harer watermassa aan die ligchaampjes vermeerderd moet worden, naarmate zij er reeds overvloedig in zijn, en er zekeren weêrstand overwonnen moet worden om hen voort te slepen." Klaar water moet dus, onder overigens gelijke omstandigheden, sneller vloeijen dan kleiachtig. Hoe onwaarschijnlijk dit ook luiden mag zoo is het toch gemakkelijk daardoor te bewijzen, dat die ligchaampjes, welke zwaarder dan water zijn, voortdurend trachten om naar beneden te zinken, en dus door die loodregt gerigte pogingen de kracht van het horizontale vloeijen meer of min gebroken moet worden.

Volgens de berekening van Barrow voert de Hoang-Ho in elk uur 2 millioenen kubiekvoet slijk naar zee, dat 2 procent van zijn water uitmaakt. Dat slijk zou genoeg zijn om in 70 dagen een eiland van eene vierkante geographische mijl voort te brengen, of in 24,000 jaren de geheele Geele zee op te vullen. Deze laatste berekening kan ons thans als een' aannemelijken maatstaf dienen bij de beoordeeling van geologische verschijnselen en ge-

beurtenissen, dewijl zij ons noopt om den tijd der bezinking van in lagen liggende gesteenten geenszins te beschouwen als met de tertiaire lagen afgesloten te zijn. De geschiedenis rust nooit: ook de aardgeschiedenis, de geologie, doet dat niet.

Om de werkelijke beweegkracht der rivieren te kunnen beoordeelen, zijn er door verschillende personen proeven genomen, onder welke die van den beroemden waterbouwkundige Carl Friedrich von Wiebeking[1] de voornaamsten zijn. Hij bevond dat kwartsbrokken van 1 pond zwaar eerst bij eene snelheid van het water van 8 voet in de sekonde voortbewogen werden, en dat bergstroomen van 16 voet snelheid steenen van verscheidene ponden gewigt voortstuwden.

Bewijzen van door rivierwater bewogen grind, zand en slijk zijn de vele banken en eilanden, die er in gevonden worden, en op verschillende plaatsen verschillende namen dragen, zoo als: waarden, groengronden enz. Zij hebben in het algemeen eene overlangsche rigting, gelijk met die van de rivier; stroomopwaarts zijn zij meestal breed en afgerond, stroomafwaarts daarentegen spitsuitloopend van gedaante.

Dat buitendien elke rivier aanhoudend haar bed verhoogt, hebben wij reeds vroeger opgemerkt, en tevens dat er daardoor voor de bewoners van de oevers der monden veel ongemak ontstaat.

Reeds hier boven hebben wij gezegd dat ijsgang de verwrijvende kracht van de rivier, op de gerolde steenen van den bodem, belangrijk vermeerdert. Andere uitwerkselen van den ijsgang op de rivieren en hare oevers, zijn uit de bijna jaarlijksche berigten van de verwoestingen door den ijsgang aangerigt zoo bekend, dat wij die hier niet behoeven te vermelden. Vooral de Rijn is, ten gevolge van de afwisselend nu eens vlakke, dan weder rotsachtige gesteldheid zijner oevers, bijna alle jaren, gedurende den ijsgang, het tooneel van de grootste verwoestingen.

Ten gevolge van den ongelijken rijkdom aan sneeuw van onze winters, en vooral van het nu eens plotselinge, dan weder langzame

---

[1] Geb. 1762 te Wollin, gest. 1842.

smelten der sneeuw, bestaat er noch in den voorjaarshoogwaterstand, aan den eenen kant, noch in den zomerhoogwaterstand aan den anderen kant eenige merkbare regelmatigheid, en kan men niet zeggen dat de laatste van eene zoogenaamde regenperiode zou afhangen, omdat die van onze zomers dien naam niet verdient. Toch is er zekere regelmaat in het wassen en vallen der rivieren niet te miskennen, die in het belang van de scheepvaart door het peil naauwkeurig aangegeven wordt.

De atlas van Berghaus stelt op verscheidene kaarten den gang van den waterstand voor van den Rijn, de Weser, de Elbe en den Oder, deels vergelijkend, deels van sommigen dier rivieren, en wel voor een gedeelte over lange tijdperken, bijeen gevoegd. Het valt moeijelijk om eenige regelmaat te vinden in die zaagsgewijs loopende lijnen, welke op het profiel van eene lange, vertakte bergketen gelijken, en die het wassen en vallen der rivieren aangeven. Maar van veel belang is de kaart n°. 15 der 2de afdeeling: *Hydrographie*, op welke van den Rijn, de Elbe en den Oder de waterstand, over de twaalf maanden verdeeld, door kromme lijnen vergelijkend nevens elkander geplaatst is. Daardoor valt iets zeer bijzonders in het oog. Het is dit, dat de Rijn twee tijden van regelmatig hoogwater heeft, waarvan de eene in Februarij en de andere in Julij zijn hoogste punt bereikt. Het eerste hoogwater hangt duidelijk af van de zachte gemiddelde temperatuur in het gebied van zijnen middenloop en van den sneeuwrijkdom, waardoor zijnen ijsgang in Februarij ontstaat, terwijl het tweede daarentegen van de zomerwarmte in zijn brongebied afhankelijk is, dat, naar wij weten, in de Alpen ligt. De lijn van het zomerhoogwater loopt namelijk bijna volkomen parallel met die van de zomerwarmte van den St. Gothard, welke, wel is waar, in het brongebied van de Reuss, maar toch ook zeer digt bij dat van den boven-Rijn ligt. Daardoor blijkt dat de zomerwaterhoogte van den Rijn ten minste even veel door het sneeuwwater der Alpen, als door de hoeveelheid regenwater van het Rijnstroomgebied veroorzaakt wordt, welke laatste in Julij en Augustus hare grootste hoogte verkrijgt. Ja, dat het minder het hoogste toppunt der hoe-

veelheid regen, dan wel het smelten der sneeuw in Julij op de Alpen is, waardoor hét zomerhoogwater van den Rijn veroorzaakt wordt, blijkt duidelijk uit de omstandigheid dat de Elbe en de Oder — geene alpenrivieren — de periode van het zomerhoogwater in 't geheel niet hebben, ofschoon in het gebied van beide rivieren de hoeveelheid regen eveneens in den zomer, in Augustus, haar hoogste toppunt bereikt. Die grootste hoeveelheid regen in den zomer schijnt dus voor den Oder en de Elbe niet een tijdperk van zomerhoogwater te kunnen verwekken, wijl in beider stroomgebied op denzelfden tijd ook de uitdroogende warmte haar hoogste punt bereikt. Zoo heeft dus voor den Oder en de Elbe aan den eenen, en voor den Rijn aan den anderen kant eene gelijke oorzaak geheel tegenovergestelde gevolgen. De Rijn wast als de hoogste zomerwarmte de sneeuw der Alpen in zijn brongebied doet smelten; de Elbe en de Oder vallen als de hoogste zomerwarmte den watertoevoer vermindert.

Onafhankelijk van die dooreengenome waterhoogten dier drie rivieren, vinden wij nog enkele gevallen van bijzonder hoog winter- of zomerwater; de Rijn overtreft in dezen de Elbe en den Oder.

Niet slechts hoogst leerrijk, maar ook in den hoogsten graad veelbeteekenend voor onze maatschappelijke belangen, is, op diezelfde kaart, de wisseling der waterhoogte van deze drie rivieren, om de tien jaren vergeleken, waaruit b. v. voor de Elbe, van 1775 tot 1835, eene daling in den waterstand blijkt van $3^1/_2$ voet, en in gelijke verhouding voor de beide andere rivieren. Wij zien daarin eene regtvaardiging van ons ijveren — men geve het dien naam — voor de houtteelt (zie bladz. 112) en voor het behoud der bosschen.

Geheel anders vertoonen zich, ten opzigte van de wisseling des waterrijkdoms, de stroomen van warme of tropische landen. De menigvuldige rivieren van het zuiden van Europa en die van dergelijke landen in andere werelddeelen, maken als 't ware een overgang uit tusschen deze en die der koudere landen. In Spanje b. v. en wel vooral in het zuidelijke gedeelte van dat land, zijn vele, zelfs vrij groote rivieren slechts rijk aan water gedurende

den korten tijd, dat op de bergen van haar brongebied, in het voorjaar, de sneeuw smelt, ja velen hebben slechts dan alleen water. Maar men zou zich bij vele dier rivieren zeer vergissen, als men ziet dat, kort voor haren uitloop in de zee, haar breed bed bijna geheel zonder water is, en men daaruit opmaakte dat zij aan het uitdroogen is: er ontbreekt haar geen water, maar dit is slechts „niet te huis" want het loopt wijd en zijd door velden en tuinen rond — in de bewateringsgreppels.

De scherpe grens bij de tropische rivieren, tusschen overloopende volheid en kommerlijke ledigheid, staat in verband met wat wij ten opzigte van het klimaat dier landen, op bladz. 81, gewaar werden. De scherpe afscheiding van het weêr in eenen regentijd en een' droogen tijd moet noodzakelijk die scherpe grens van waterrijkdom der rivieren veroorzaken. Dit verschijnsel vertoonen ons niet slechts de Nijl en de groote rivieren van Zuid-Amerika, waarvan het ons het bekendste is, maar ook de Euphraat, de Tigris, de Ganges, de Indus, ja ook de groote rivieren van Achter-Indie en de chineesche stroomen vertoonen hetzelfde, waardoor zij een' zoo grooten invloed op de beschaving van de landen, die zij doorloopen, uitoefenen. De Nijl en de aziatische rivieren hebben, vooral door dien regelmatigen gang, den schijn van heiligheid verkregen, waardoor zij bij hare dankbare, trouw de natuur volgende oeverbewoners een voorwerp van godsdienstige vereering geworden zijn.

Doch onder alle rivieren is die afwisseling bij geene enkele scherper uitgedrukt dan bij den Nijl, die een zoo grooten invloed gehad heeft op de beschaving van het oude, eens zoo magtige rijk der Pharaoos, dat wij den naam van Egypte misschien nimmer uitspreken, zonder daarbij aan den Nijl te denken. Om dit te begrijpen en in te zien, moeten wij ons eenige merkwaardige verschijnselen van den Nijl en van zijnen loop herinneren. Gaan wij in gedachten van zijne breede delta, aan welker landwaarts in gekeerde punt Kaïro ligt, zijnen loop te gemoet, dan doorwandelen wij een bijna volkomen vlak en effen land, van omstreeks 100 duitsche mijlen lengte, waarin de Nijl niet den geringsten bijstroom opneemt, en zelfs van den hemel geen toevoer ontvangt, daar het in

deze wijde vlakte nooit regent. De Nijl alleen moet hier den bodem vruchtbaar maken. Als eene onvertakte levensader loopt hij door eene uitgestrekte landstreek, waarin geen druppel regenwater valt en dus ook geene rivier den gloeijenden bodem vruchtbaarheid geven kan: de landstreek door de woestijnen van Afrika, ten westen, en door die van woest Arabie, aan gindsche zijde van de Roode zee begrensd. Het wassen en vallen van den Nijl gaat zoo regelmatig, dat reeds de oude Egyptenaren daarnaar hun jaar verdeelden. Bij den waterval van Syene begint het eerste wassen van deze rivier in de laatste week van Junij, doch wordt eerst in het begin van Julij bij Kaïro bemerkbaar. Dat wassen gaat, wegens het geringe verval, in het begin zeer langzaam, later echter sneller en heeft op den 15den Augustus te Kaïro de halve hoogte bereikt, van welken tijd, tot aan de grootste hoogte, tusschen den 20sten en den 30sten September, nog 6 weken noodig zijn. Op zijnen hoogsten stand blijft de Nijl ongeveer 14 dagen staan, waarna het dalen begint, zoo dat hij op den 10den November weder ter halve hoogte gedaald is. Van dien tijd valt hij zeer langzaam tot op den 20sten Mei van het volgende jaar, en blijft dus slechts korten tijd in zijnen laagsten waterstand volharden. Ook de maat van de hoogste standen van den Nijl toont slechts een gering verschil, daar het gewoonlijk tusschen 21 en 24 par. voeten bedraagt, welke beide cijfers als de beide uiterste grenzen beschouwd, en dus ruim 22 voet als de gemiddelde hoogte gerekend worden. Die gelijkmatigheid en langzaamheid in het wassen en vallen, heeft het maken van dijken en slooten voor de bewatering zeer begunstigd. Door het slijk dat de Nijl mede voert, verschaft hij, behalve vruchtbaarheid aan de velden, ook voor den geschiedkundige een' zeer belangrijken tijdmeter. Op de vooronderstelling bouwende dat de waterrijkdom van den Nijl sedert onheugelijke historische tijden ongeveer gelijk gebleven is, bevond men aan een' van de twee nog staande nijlmeters, aan dien bij het eiland Elephantine, door een opschrift, dat sedert den tijd van SEPTIMUS SEVERUS, 193 tot 211 j. na J. C., dus in ongeveer 1600 jaren, de oppervlakte en gevolgelijk ook het bed van den Nijl, omstreeks 6½ voet ver-

hoogd was geworden. Volgens den anderen nog staanden nijlmeter bij Kaïro, die bewezen is omstreeks het jaar 847 opgerigt te zijn, bedraagt daar die verhooging $3^{1}/_{2}$ voet. Beide opgaven geven gemiddeld ongeveer $^{388}/_{1000}$ voet verhooging voor elke eeuw. Op grond dezer berekening trachtte GIRARD den ouderdom van vele bouwwerken, in het Nijldal voorhanden, te bepalen door de hoogte der aanslibbing te meten, door welke hunne fondamenten, in den loop der eeuwen, bedekt geworden zijn. Zoo bevond hij dat de bodem van het Nijldal, sedert den tijd der opbouwing van de oudste gebouwen van Thebe, $18^{1}/_{2}$ voet hooger moet zijn geworden, waaruit, op grond van die door den nijlmeter bewaard gebleven maat, in het jaar 1799 besloten werd, dat de bouw van Thebe vóór 4760 jaren, dat is 2960 jaar vóór J. C. begonnen moet zijn.

Vóór dat wij de natuurlijke waterloopen verlaten, om een' blik te slaan op de kunstmatige — de bewateringskanalen — laten wij ons door de beroemde katarakten van den Nijl, zoo als men de watervallen van groote stroomen pleeg te noemen, brengen op de stroomversnellingen of schietstroomen, om zoo nog eenige opmerkzaamheid te schenken aan de watermassaas die door rivieren voortbewogen worden. Volgens CARL RITTER's onderzoekingen zijn schietstroomen overblijfsels van voormalige katarakten. Het afstortende water sleep langzamerhand de randen van den rotsmuur, waarover het plotseling in eene lager liggende plaats nederviel, af, en het water vliet nu langs de zoo gevormde hellende vlakte, na wegruiming van die hindernis, met groote snelheid naar een lager waterpas. Zoo als te denken is liggen de schietstroomen meestal op die plaatsen waar de rivieren uit den middenloop in den onderloop overgaan, en worden gewoonlijk ten zelfden tijde door oeverbergen, die het bed vernaauwen, verwekt. Daardoor wordt het water in de schietstroomen buitengewoon zamengeperst. Een der merkwaardigste schietstroomen bezit de noordamerikaansche rivier Connecticut, waar het onmogelijk is om zelfs een breekijzer regtop in het water te steken, en het verschil in zwaarte tusschen kurk en steen, als het ware, ophoudt.

Alles glijdt, zonder er in te zinken, over de ijzerharde watermassa pijlsnel heen.

Als voorbeelden van de ruimte- snelheid- en massaverhouding der rivieren ontleenen wij eenige getallen uit het onderzoek van den Rijn bij Basel, in 1822 door den zwitserschen natuuronderzoeker ESCHER gedaan.

Stellen wij ons den Rijn op verscheidene plaatsen voor als loodregt dwars doorgesneden, dan krijgen wij dwarsche profielen van zijn bed tot aan de oppervlakte van het water, welker inhoud natuurlijk bij hoogen waterstand grooter dan bij lagen zijn moet. Beneden de brug van Basel bevat zulk een dwarsprofiel bij:

1	voet	peilhoogte,	3,840	vierkante	voeten,
5	//	//	5,800	//	//
10	//	//	9,000	//	//
15	//	//	12,300	//	//
20	//	//	15,600	//	//

In gelijke mate als de hoogte van den waterstand vermeerdert, neemt ook de snelheid van den Rijn toe; zij bedraagt bij:

1	voet	peilhoogte,	$3^1/_2$	voet	in	de	sekonde,
5	//	//	$4^1/_3$	//	//	//	//
10	//	//	$5^1/_3$	//	//	//	//
15	//	//	$6^1/_3$	//	//	//	//
20	//	//	$7^1/_3$	//	//	//	//

Volgens die metingen vloeijen er op die plaats, bij 3840 vierkante voeten waterprofiel en $3^1/_2$ voet snelheid, in elke sekonde 13,440 kubiekvoet water door den Rijn, en alzoo in elk uur 48,384,000 kubiekvoet!

„De mensch,” zegt ESCHER, „heeft veel moeite om van grootheden, welke door lange rijen van cijfers uitgedrukt worden, zich een zinnelijk denkbeeld voor den geest te stellen, en dus is het niet ondoelmatig om grootheden, die gemakkelijk te bevatten zijn, te vergelijken met zulke die door getallen uitgedrukt worden. Als wij nu een waterbekken, b. v. het meer van Constanz, van 15 uren lengte en 5 uren breedte met een' effenen, vlakken bodem denken, dan zou de watermassa, die in het jaar 1809 voorbij Ba-

sel gevloeid is (942,311,182 kubieke vademen) in dat meerbekken eene hoogte van 56 voet innemen, en gevolgelijk zou de Rijn verscheidene jaren lang in het meer van Constanz moeten vloeijen om dat waterbekken te vullen.''

Het bedrag van het Rijnwater dat jaarlijks voorbij Basel vliet, is, volgens ESCHER, dooreengenomen 1046,763,676 kubieke vademen.

Welk een zegen het water voor den landbouw is, kan men slechts in den geheelen omvang beoordeelen in zulke landen waar men, ten spijt van den regenloozen of minstens regenarmen hemel, den loop der rivieren in een netwerk van bewateringskanalen leidt. Spanje, in elk opzigt het land der schrilste tegenstrijdigheden, is dit vooral ook ten opzigte van de vruchtbaarheid van zijnen bodem. Aan de heerlijkste tuinen, waarin veld- en tuinvruchten in de schaduw van dadelpalmen en oranjeboomen welig gedijen, grenst dikwijls onmiddellijk eene woestenij van allen plantengroei ontbloot, ofschoon de bodem van beide dezelfde is, omdat zij eenige weinige voeten te hoog ligt om door het levengevende element bereikt te kunnen worden. Wie geene spaansche vega gezien heeft kan zich slechts een onvolkomen denkbeeld vormen van de belangrijkheid van het water voor het leven der plant, en wie er wel eene gezien heeft, die beklaagt met mij het fanatismus dat de moorsche bevolking van den spaanschen bodem verdreef, dien zij in eenen tuin veranderd had, en van welken thans een groot gedeelte tot den toestand van eene woestijn terug gezonken is. Hoe treffend is de blik op de bloeijende vega van Granada, als men op den Torre de la Bela van de Alhambra, naast de klok staat die, als eens den mooren, thans den erfgenamen hunner werken, het teeken geeft dat de wateren van den als in duizende draden uitgeplozen Janil, van de akkers der eene gemeente op die van de andere moeten overgaan! Nog heden ten dage zit onder den blooten hemel, bij het portaal van de kathedraal van Valencia, het *tribunal de aguas*, een waar volksscheidsgerigt, op welks uitspraken geen hooger beroep valt, om twisten over de bewate-

ringen te beslechten, gelijk eens bij de moskee het moorsche scheidsgerigt zat, welks wetten nog heden ten dage gelden, gelijk ook de hoofdkanalen nog heden moorsche namen dragen.

De bewatering wordt eene noodzakelijke behoefte naar mate er minder regen valt en de zomerwarmte grooter is, daar eindelijk de invloed van de beide laatsten, zonder die van de eerste, allen plantengroei, ten minsten allen landbouw, tot eene onmogelijkheid zou maken. Maar toch blijft er, zelfs in landen waar de hoeveelheid regen en de zachte temperatuur gewoonlijk den plantengroei voldoende begunstigen, nog aanleiding om den bodem kunstmatig te bewateren. In Duitschland en andere landen van een gelijk klimaat, bepaalt zich de bewatering bijna bij uitsluiting tot weiden, over welke men, gebruik makende van de natuurlijke glooijing, de bewateringsgreppels verdeelt, in vloeiweiden, wilde vloeijing, of in zulke die men in een kunstmatig waterpas met eene geringe helling verandert, kunstvloeijing.

Het klimaat schijnt in zoo verre te beslissen of men het water al of niet om zijnen bemestenden invloed gebruikt, dat in minder warme landen slechts zulk water gebezigd kan worden dat voortdurend in beweging is, terwijl in warmere landen stilstaand water gebruikt wordt. Slechts bij de zoogenaamde kwelweiden wordt in Duitschland stilstaand water aangewend.

Over de zigtbare werking der bewatering moeten wij in het volgende hoofdstuk handelen. Hier willen wij nog slechts een enkel woord spreken over het aanleggen van bewateringsgreppels, waarvoor wij Spanje tot voorbeeld kiezen.

Gelijk de beschaafde oosterlingen reeds in de oudste tijden zich in de mathematische wetenschappen onderscheidden, deden zij dit ook in de afbakening van den waterloop over de glooijingen van den bodem.

Als men door eene spaansche vega wandelt, welke zich, door schilderachtige sierras omgord, mijlen ver als eene volkomene vlakte uitstrekt, en overal waar men heen blikt, het water in groote, kleine en al kleiner en naauwer wordende greppels in beweging ziet, dan zoekt men verwonderd om zich heen om de glooijing

van den bodem te ontdekken, waardoor dat afvloeijen van het water veroorzaakt wordt. Door de straten der steden ziet men in het midden lange rijen van breede steenplaten heen loopen, en als men hier of daar een gat of scheur daarin aantreft, dan kan men daar beneden de nimmer rustende golven hooren klateren, of in de duisternis zien flikkeren, als zij den straal der hoogstaande zon terugkaatsen. In elk groot huis loopt een tak dezer rijke waterverdeeling op, om den tuin te bevochtigen, die naar moorsch gebruik zelden ontbreekt. En gaat men dan, den oorsprong van al dien zegen opzoekende, naar de rivier vanwaar hij uitgaat, dan wordt men veelal zonderling verrast. Zoo ging het mij met den Rio Myares in de valenciaansche provincie Castellon de la Plana. De toestand van het terrein brengt het mede dat de rivier eerst omstreeks Almazora, slechts weinige minuten voor haren mond, in twee hoofdarmen ter bewatering afgeleid kan worden. De noordelijke arm, die naar de vlakte van Castellon de la Plana gaat, loopt door een diep onderaardsch kanaal, dwars door eenen heuvelrug. De zuidelijke moet, terstond na de afleiding uit het stroombed, door een' naauwen tunnel kruipen en dan, in eenige hoofdtakken van den tweeden rang gesplitst, naar de akkers van de kleine steden Villareal, Burriana en Nules heenloopen. Op de verdeelingsplaats is een dam dwars over de rivier geslagen, waardoor de twee hoofdarmen naar het noorden en zuiden verwezen worden; en toen ik op den 7den Julij dáár was, vloeide er geen druppel over den dam in de nabijzijnde zee; slechts eenige waterplassen beneden den dam duidden aan, dat er in betere tijden der weldadige rivier nog water genoeg overschiet, om ook nog iets aan de zee als schatting te betalen. Juist liet de alcalde in het digtbij liggende Almazora, door het steken der trompet het signaal geven, dat de waterverdeeling weêr voor zes dagen, van de gemeente die op dit oogenblik bewaterd werd, naar eene andere overgebragt moest worden. Wien valt hier niet, gelijk mij toenmaals, de gedachte in aan een' weldadige, die al zijn geld en goed den behoeftigen geeft, zoo dat hem zelf op het laatst niets meer over blijft? Er komt ook nagenoeg niets van het verdeelde water, als

het zijnen zegen over de akkers verspreid heeft, in zee. De dorstige bodem en de zonnestralen van den wolkenloozen hemel, slorpen het in duizend portiën verdeelde nat op. Slechts aan den rand der vega, die naar de zee gekeerd is, blijft hier en daar een weinig over, waaruit kleine moerassen ontstaan, in de spraak der valencianen *malea* geheeten. Dáár rust het water uit, en hoewel het ten laatste toch langzaam verdampt, zoo voedt het nog eerst eene groote hoeveelheid hoog opschietende moerasplanten, *brozas,* met welke de valenciaansche boer zijne *fumigats,* provincialismus voor *hormiguero,* mierenhoopen, voedt. Dit zijn omstreeks drie voet hooge, op de huizen van de witte mieren gelijkende aardhoopen, die door een weinig brandstof van binnen gloeijend gemaakt worden, waardoor men gebrande aarde en asch verkrijgt, welke over de landerijen uitgestrooid wordt, en welker mestende bestanddeelen naderhand door het water opgelost worden.

Om ons een denkbeeld te vormen van de uitvoering der bewatering, betreden wij in gedachten het bewaterde gebied dat op nevensstaand kaartje voorgesteld is. Het ligt aan den linker oever van den Rio Jucar bij Alcira in Valencia. De pijl geeft het noorden aan. De noorder grens van het gebied wordt gevormd door het begin van het groote bewateringskanaal, *canal real de Alcira,* dat zich boven Algemesi kruist met den Rio Requena, die in den Rio Jucar inmondt, en vervolgens meer noordwaarts loopt om de breede strook lands tot Benifayo te bewateren, waarna het in de heerlijke binnenzee Albufera de Valencia uitloopt. Wij zien hier een schijnbaar verward netwerk van bewateringsgreppels, en in het midden loopt eene, ten laatste al breeder wordende, afleidingssloot, welke het water, als het zijn werk gedaan heeft, weder naar den Rio Jucar terug voert: die sloot is eene *azarbe,* want eene aanvoerende sloot heet *acequia:* beide deze woorden zijn moorsch. De schaal wijst ons aan dat dit gebied ten minste eene vierkante duitsche mijl groot is. Over de greppels, waar men gewoonlijk gemakkelijk overheen kan springen, en die volgens eene wet niet veranderd mogen worden, loopen eene menigte bruggen en vonders, van welke slechts weinigen voor ligte rijtuigen geschikt zijn, daar de oogst meestal met

Fig. 48.


Canal Real de Alcira
Antella
Algamesi
Alberique
Rio Jucar
ALCIRA
9000 Meter

paarden binnen gehaald wordt. Tusschen die blijvende greppels liggen de bebouwde akkers, op welke men naar believen, volgens de behoeften der verschillende planten die verbouwd worden, kleinere greppels aanlegt, tenzij men er het water los overheen laat stroomen.

Met de onvolkomenste bouwgereedschappen is de spaansche vegaboer toch een zeer geschikte arbeider. Met een breed houweel met korten steel, *ligon*, bewerkt hij den grond voor zijne tuinvruchten, die meer ruimte noodig hebben dan granen. Daarbij weet hij zonder maatinstrumenten de effenheid en het geringe verval van den bodem, jaar in jaar uit, voortreffelijk te bewaren. Zonder die zorg zou zijn veld weldra eene onnutte schakel in de wonderbare omloopsketen der vega, het zou of een moeras of eene dorre woestijn worden. Men kan niets fraaijers zien dan een veld met *habas* of *garbanzos*, de beminde peulvruchten van den spanjaard, die hij, met schrander overleg of door een gelukkig toeval, steeds verkiest boven den aan voedsel armen aardappel. Op rijen gepoot, doortrekt hij die rijen met straalregte, zich veelvuldig overkruisende kanaaltjes, zoodat zulk een veld op eene bouwkunstige versiering gelijkt. Ondertusschen loopt de *acequia* digt langs de velden heen; en is dan het moeijelijke greppels steken afgeloopen, dan openen een paar houwen met den ligon den scheidenden dam en het water treedt langzaam in het sierlijke doolhof: de boer slaat die intrede eenige oogenblikken gade en gaat dan verder, hij is overtuigd dat na verloop van een uur het water bij elke pootplant even hoog zal staan, want hij weet dat zijn land zoo veel glooit als juist genoeg is.

Dikwijls heb ik langen tijd langs den kant van uitgestrekte tarwevelden gewandeld, die naauwelijks eene handbreed hooger dan de omliggende bodem gelegen waren, en daaruit is het mij gebleken dat het water, hetwelk er over uitgegoten was, op geene enkele vierkante roede een strohalm breedte hooger, noch lager dan 3 duim stond.

Men begrijpt bijna niet hoe men in de onafzienbare rijstvelden van Cattarroja, Silla, Manuel, en San Felipe de Jativa, waar men de

volkomenste vlakheid van den bodem gelooft te zien, de aan- en afvoer van het water in zijne magt heeft. Maanden lang staat hier het water, welks oppervlakte toch noodzakelijk in de gloeijende zonnehitte onafgebroken verdampen moet, onveranderlijk even hoog; de onmerkbare, onafgebrokene toevoer moet dus met de uiterste naauwkeurigheid geregeld zijn geworden.

Mijne lezers veroorlooven mij gewis hier de vraag te doen met welk regt men den spaanschen boer lui noemt, waar zulke feiten spreken? En toch is die beschuldiging gepast, maar zij moet tot andere spanjaarden en niet tot den boer gerigt worden. Sedert Cavanilles, die in 1797 zijn beroemd werk schreef [1] waaruit ons bewateringskaartje ontleend is, heeft geen enkele spaansche geleerde iets geschreven over dit belangrijkste punt van den spaanschen landbouw. Dat moest een franschman, Jaubert de Passé, doen, wiens boek door een spanjaard, *Don* Juan Fiol, vertaald werd! [2].

Het stroomende water heeft ons lang genoeg bezig gehouden, wij wenden ons nu tot de stilstaande wateren van het vaste land.

Zeker poëet vergelijkt de meren der Alpen met oogen, en waarlijk die vergelijking is vrij gelukkig. In hen spiegelt zich de ziel af van het heerlijke alpenland, de oeverbergen met hunnen eeuwigen sneeuwtop en het gewelf des hemels dat alles overdekt.

Wij geven de stilstaande wateren van het vaste land naar den omvang dien zij hebben en ook naar eenige andere kenteekenen verschillende namen, die echter grootendeels ongeschikt zijn om een bepaald denkbeeld uit te drukken. Moeras, poel, plas, vijver, meer, enz., vormen eene rij van denkbeelden die onmerkbaar in elk-

[1] *Don* Antonio Josef Cavanilles, *Observaciones sobre la historia natural, geografïa, agricultura, poblacion y frutos del reyno de Valencia.* Madrid 1797, 98. 2 voll. Fol.

[2] *Canales y Riego de Cataluña y reyno de Valencia, por Mr.* Jaubert de Passé, *traducido al Castellan por el Sñr. Don* Juan Fiol. II Tomi, Valencia 1844. Dit werk is thans het voornaamste over dat belangrijke en leerzaame onderwerp van den spaanschen landbouw. Ook bevat het de geheele moorsche en nieuwere wetgeving op de bewatering.

ander overgaan, en die het niet naar gronden vragende spraakgebruik veelal met elkander verwart. Zelfs een vijver, dat is eene verzameling van water dat willekeurig door sluizen enz. aan- en afgevoerd kan worden, wordt, als hij vrij groot is, dikwijls een meer geheeten.

Wetenschappelijk onderscheidt men de meren in zulke die eene natuurlijke, tijdelijke afvloeijing hebben, en dus streng genomen geene stilstaande wateren zijn, en in zulke die niet uitvloeijen.

Of de omvang en de diepte van een meer dat geen afloop heeft, voortdurend gelijk zij of niet — de afwisselingen door de jaargetijden veroorzaakt niet mede gerekend — hangt van verscheidene omstandigheden af. Daartoe behooren de grootte van den watertoevoer en de verhouding daarvan tot het verlies door verdamping, het gehalte van het inloopende water aan slijkdeeltjes, en den graad van vatbaarheid voor verbrokkeling van de oevers. Dit alles is reeds genoegzaam in de vorige bladzijden verklaard. Zoo zagen wij b. v. vroeger dat het Kaspische meer, gewoonlijk de Kaspische zee geheeten, door de standvastigheid van het waterpas bewees, dat, daar er geen afvoerkanaal is, de aanvoer en de afvoer door verdamping met elkander in evenwigt staan. Bij gelijk verlies door verdamping moet van twee even groote meren, met even grooten watertoevoer, het waterpas van datgene hooger worden, welks aangevoerd water vele slijkdeeltjes bevat, die, daar zij niet mede verdampen, den bodem van het meer en dus ook gevolgelijk den waterspiegel hooger moeten doen worden.

Maar met den tijd moeten die elementen, waarvan de omvang van een meer afhangt, met elkander in evenwigt komen, en zoo is waarschijnlijk bij alle meren, met uitzondering van de afwisselingen door de jaargetijden verwekt, een standhouden, een' onveranderlijken toestand aan te nemen.

De meeste meren ontvangen hunnen toevoer van water door instroomende rivieren, of beken, of door den regen, en slechts enkele, b. v. het meer Orta in Italie, en het meer van den Mont Cenis, door bronnen, welke onder hunnen waterspiegel uit hun bed opwellen.

Den invloed van het grind of slijk dat door eene rivier in een meer gebragt wordt, leerden wij reeds in dat hoofdstuk kennen, waarin wij het water in betrekking tot de gedaanteveranderingen der aarde beschouwden, waarvoor ons toen de werkingen van kleine regenstroompjes dienden (bladz. 219) en waarheen wij thans verwijzen kunnen.

Bij de uitbreiding van den oever van een meer of van eenen poel spelen de planten eene niet onbelangrijke rol. Als die grind- of slijkhoop zoo hoog geworden is dat hij, ten minste in het drooge jaargetijde, den waterspiegel bereikt, dan vestigen er zich weldra eenige biessoorten op, welke niet slechts tusschen hare stengels het nederzinkende slijk vasthouden, maar ook door hare afgestorvene deelen onmiddellijk tot de langzame verhooging van den slijkhoop medewerken. Hoe sterker de beweging van het toevoerende water is, des te grooter is de grindmassa die aangebragt wordt, wijl met den graad van snelheid van een stroomend water zijne draagkracht afneemt.

Nevens die krachten kunnen ook heerschende winden invloed hebben op de gedaante van den bodem van een meer, daar zij het slijk en zand van den ondiepen bodem tot banken kunnen opdrijven. In vereeniging met andere oorzaken kunnen daardoor eilandjes in een meer gevormd worden, die natuurlijk verschillen van zulke eilanden, welke uit rotsen, van den zeebodem oprijzende, bestaan.

Er zijn veel meer meren die water-aanvoer en tevens afvoer hebben, dan zulke waarbij dat niet plaats heeft. De betrekkingen van een meer tot zijnen afvoer kunnen zeer verschillend zijn, zoo wel wat den tijd en de aanleiding, als wat het ontstaan en de vorming daarvan aangaat, en een onderzoek daarnaar voert meestal ver in de geschiedenis van het tegenwoordige tijdperk der aarde terug. Het meerbekken, de kom, vormde zich of te gelijk met het afvoerende bed, en eerst nadat het eerste, door den toevoer, tot aan het waterpas van het laatste met water gevuld was, kon ook dit met water gevuld worden, of, nadat het meer reeds lang bestaan had, werd het afvoerende bed, door eene geweldige gebeur-

tenis aan den oever van het meer gevormd of opengereten, of dit geschiedde ook door langzaam uitslibben, door het water van het meer, op eene plaats van den oever die daarvoor geschikt was.

Naar VOLGER's theorie van de instortingen van den bodem, door onderaardsche uitspoelingen, zou het ontstaan van meerkommen zonder behulp van vulkanische krachten, in de gewone beteekenis, ligt te verklaren zijn. In elk geval schijnt het overigens van zelf te blijken dat de bodem van het nieuw gevormde bekken, die met het grind van vergruisde rotsbrokken opgevuld en met tallooze barsten en spleten doortrokken moest zijn, eerst langzamerhand door ingespoeld slijk gesloten moet zijn geworden, vóór dat het water daarin blijven staan en het meer zich vormen kon. VOLGER's verklaring is overigens slechts op hoog gelegene meren van toepassing, daar zulke instortingen door uitslibbing, noodzakelijk een afvoer van het uitspoelende water, als bron, op de oppervlakte van lagere liggende vlakten vereischen.

De aanvoerende en afvoerende rivieren liggen bij langwerpige meren meestal tegen elkander over, aan de beide spitsen of punten, zoo als b. v. bij het meer van Constanz, dat van Genève, van Briënz en andere zwitsersche meren. Zeldzamer liggen beide tegen elkander over aan de lange zijden van het meer, zoo als b. v. aan het meer Baikal, de aanvoerende Selenga en de afvoerende Angara.

Al is het ook dat het water van een meer dat toe- en afvoer heeft, stil schijnt te staan, zoo moet het toch, hoewel het ook dikwijls onbemerkbaar is, in eene onophoudelijke beweging zijn, die natuurlijk invloed moet hebben op de afzetting van het slijk op den bodem. In vele langwerpige meren is die beweging zoo groot dat, in overeenstemming daarmede, de waterspiegel soms zelfs eenigzins helt. Dit is b. v. het geval met het meer van Genève, waar daarom ook de Rhône, die bij hare instrooming 10 voet hooger dan bij hare uitstrooming ligt, met groot geweld er uitstroomt.

Het is te begrijpen dat, zelfs in betrekkelijk korten tijd, het evenwigt tusschen in- en uitvoer, of tijdelijk, of aanhoudend ver-

stoord kan worden. Het eerste voornamelijk door voorbijgaande verarming der aanvoerende bronnen, ten gevolge van ongewoon drooge zomers; het tweede door blijvende veranderingen van het klimaat, b. v. door het uitroeijen van uitgestrekte bosschen. Op die wijze kan een meer, dat vroeger afvoer had, dien verliezen, zoo als het geval is met het Neusiedlermeer en met het Plattenmeer in Hongarije.

Langs den loop van vele rivieren bemerkt men niet zelden vlakke, wijde dalen, door bergruggen omringd, die zich meer of min als voormalige meerbekkens doen kennen, en eens door den nu alleen overgeblevenen stroom doorstroomd zijn geworden.

Dat er meren zijn welker spiegel lager dan dien van de zee ligt, weten wij reeds door de Kaspische en de Doode zee (bladz. 283). Als een derde geval van deze soort voegen wij daarbij het zoutmeer Assal, aan de oostkust van Afrika in het land Adel, dat 800 voet beneden den waterspiegel van de Roode zee ligt. Dat vele meren niet slechts met hunnen spiegel, maar ook met den bodem boven den zeespiegel liggen, weten wij door de zwitsersche meren; ja de meeste binnenzeeën, zoo als men de meren ook pleeg te noemen, liggen boven de zee. De volgende lijst geeft die hoogte op van de onvergelijkbaar schoone meren van Zwitserland.

het meer Garda, ...	213	voet boven den waterspiegel der zee.
〃 lago Magiore, . . .	643	〃 〃 〃 〃 〃 〃
〃 meer van Lugano, .	831	〃 〃 〃 〃 〃 〃
〃 〃 〃 Genève, .	1153	〃 〃 〃 〃 〃 〃
〃 〃 〃 Constanz, .	1225	〃 〃 〃 〃 〃 〃
〃 〃 〃 Zurich, . .	1259	〃 〃 〃 〃 〃 〃
〃 Wallenstädtermeer, .	1308	〃 〃 〃 〃 〃 〃
〃 meer van Zug, . .	1308	〃 〃 〃 〃 〃 〃
〃 Bielermeer, ...	1335	〃 〃 〃 〃 〃 〃
〃 meer van Neufchâtel,	1339	〃 〃 〃 〃 〃 〃
〃 Murtenmeer, . . .	1340	〃 〃 〃 〃 〃 〃
〃 Vierwaldstädtermeer, .	1340	〃 〃 〃 〃 〃 〃
〃 meer van Sempach, .	1530	〃 〃 〃 〃 〃 〃

het Thunermeer, ... 1760 voet boven den waterspiegel der zee.
〃 Briënzermeer, . . . 1790 〃 〃 〃 〃 〃 〃

Uit deze opgaven zien wij dat nabij elkander liggende en door eene rivier zamenhangende meren, somtijds slechts weinig in waterpas verschillen. Het Murtenmeer, dat door de Broie in het meer van Neufchâtel afvloeit, ligt slechts 1 voet, en dus bijna niets hooger dan het laatste, en het Bielermeer, waar de Zihl, die uit het meer van Neufchâtel komt, instroomt, ligt slechts 4 voet lager. Daarentegen ligt het Briënzermeer 30 voet hooger dan het Thunermeer, ofschoon de Aar slechts een half uur te stroomen heeft om uit het eerste in het laatste te komen. Zij heeft echter daarvoor ook een sterk verval, terwijl de Zihl, hoewel zij een' langeren loop heeft, zeer langzaam vloeit. In zulke gevallen is het waarschijnlijk, en somtijds, zoo als ten opzigte van het meer van Neufchâtel en het Murtenmeer, is het te bewijzen, dat die meren vroeger één meer uitgemaakt hebben.

Behalve de zoo even gemelden zijn er nog vele kleine meren in Zwitserland die voor een gedeelte nog hooger liggen, en, zoo als te begrijpen is en wij ook reeds vroeger gezegd hebben, zijn de hooger gelegene meren altijd klein, wijl de bergtoppen, hoe hooger hoe spitser wordende, steeds minder gelegenheid tot het bestaan van uitgestrekte, blijvende verzamelingen van water aanbieden. Digt bij het 6665 voeten hoog liggende klooster op den Grimsel ligt een klein meer, en niet ver van daar, eenige honderd voeten hooger, het Doodenmeer, zoo geheeten omdat het geen dierlijk leven in zijnen schoot verbergt. Nog een weinig hooger ligt het Moesolameer, digt bij den pas van den grooten Bernhardino, welke 7680 voet hoog ligt. Twee, ook zeer hoog gelegene alpenmeren van Graauwbunderland, leerden wij bij de beschouwing der waterscheidingen kennen, welke horizontaal digt bij elkander, maar in verschil van hoogte ver van elkander afliggen: het Lago nero op 7185, en het Lago bianco op 6865 voet hoog boven de zee. Tusschen beiden ligt een punt der scheidsgrens tusschen het stroomgebied van den Inn en den Adigo, waar het Lago nero noordwaarts in den Inn, en het Lago bianco zuid-

waarts in de Adda, een bijstroom van den Po, uitloopt. Bovendien ontspringen er zeer vele beken van de Alpen uit kleine, hooggelegene meren. De Adigo ontspringt uit het, in Vintschgau, 4375 voeg hoog gelegene Reschenmeer. Velen van de hoogste alpenmeren zijn slechts korten tijd, slechts 3 maanden van het jaar, zonder ijs en worden dan door het sneeuwwater gevoed.

De zwitsersche meren zijn echter niet de hoogsten der aarde: het meer Titicaca in de Andes van Peru en Bolivia ligt ongeveer 12,000 voet, volgens v. HUMBOLDT 3890 meters, boven den zeespiegel en bedekt eene vlakte van 252 vierkante mijlen. Op eene zoo belangrijke hoogte kan er slechts eene zoo uitgebreide vlakte bestaan door dat de Andesketen zich als 't ware splijt en eene wijde bergvlakte, een zoogenaamd „hoog plateau," insluit. Nog meer bijzonder dan zijne belangrijke hoogteligging is bij het meer Titicaca de omstandigheid, dat het tevens het middenpunt is van een klein stroomgebied van continentaalrivieren, gelijk wij ook zulk een, maar van grooteren omvang, in Azie leerden kennen, waar de Kaspische zee, het meer Aral en tallooze kleine anderen het water der rivieren opnemen (bladz. 415). Die aanwezigheid van een belangrijk stroomgebied op 12,000 voet hoogte, zonder eenige afvloeijing in de eene of andere zee, is des te zeldzamer, daar de kust van den grooten Oceaan slechts weinige mijlen, in horizontalen afstand, van den westrand van het meer Titicaca verwijderd is. Als er ooit door vulkanische katastrophen, die, zoo als wij weten, niet zelden op de westkust van Amerika plaats hebben, aan het meer eene afvloeijing geopend wordt, dan zal daardoor, op die zeer steil afloopende westzijde der Andes, een' ontzaggelijken en onafzienbaren waterval veroorzaakt worden.

Nog hooger dan het meer Titicaca, namelijk meer dan 15,540 voet, 5180 meters, liggen digt bijeen, in den Himalaya, de meren van Mapana en Lanka, die als de bronnen van de vier heilige rivieren voor de hindoes voorwerpen van vereering zijn.

De kleur der meren evenaart dikwijls in schoonheid die van de zee; het meer van Genève b. v. heeft volkomen de kleur van de Middellandsche zee. Meestal echter is hunne kleur meer groen

dan blaauw en zelfs somtijds zoo helder groen, dat, wie hen niet gezien heeft, genegen is om het koloriet van de waterpartijen op zwitsersche landschappen voor overdreven te houden. Doch bij die kleur is het water tevens ten hoogste doorzigtig en klaar. Het Thunermeer en vooral het Vierwaldstädtermeer in zijne hoogste gedeelten, bij Brunnen, zijn van een schitterend groen. Waardoor die kleur teweeg gebragt wordt, is evenmin uitgemaakt als van de kleur der zee. Menig, uit hooge bergen ontsproten meer zou misschien zijne prachtige kleur niet hebben, als het in de vlakte lag. BERGHAUS beweert dat de klaarheid van het water, dat is het vrij zijn van opgeloste stoffen, de voorwaarde van de kleur der alpenmeren niet zijn kan, eenvoudig op grond dat het water van geen van allen scheikundig zuiver is. Er schijnt zekere grootte van het meer en zekere gesteldheid zijner omgeving vereischt te worden om het water groen van kleur te doen gelijken. Het kleine meer van den Grimsel en het Doodenmeer, welke beiden volkomen doorzigtig water hebben, en de nog kleinere meren op den Faulhorn en beneden den Grimsel op den Räterichsbodem, die even zuiver zijn, vertoonen gewoonlijk die zeegroene kleur niet. Ook naar den afstand vertoont zich de kleur verschillend. Het groote meer Albufera de Valencia hield ik, op een uur afstand, wegens zijne prachtige blaauwe kleur voor de zee, ik vond het echter van nabij kleurloos, terwijl de zwitsersche meren gekleurd zijn al staat men digt aan den rand.

In allen gevalle zijn bij het ontstaan van de kleur ongetwijfeld de graad der doorzigtigheid, de diepte van het water, de toestand van den bodem en, gelijk wij reeds gezegd hebben, de hoogte en andere gesteldheden van den oever van invloed, en vervolgens ook de digtheid van het water, de hoeveelheid vreemde bijmengselen, de beweging der oppervlakte en misschien ook de stroomende beweging in de diepte.

In vele meren verwekken kruinen van rotsen, die uit groote diepten van den rotsigen bodem tot aan den waterspiegel oprijzen, somtijds scherp afgescheidene kleurschakeringen. Digt bij Zurich heeft daardoor het overigens vrij heldergroene Zuri-

chermeer melkwitte vlekken van tamelijk groote uitgestrektheid.

Vele meren, vooral die van de Alpen, onderscheiden zich ook, behalve door de kleur, door de doorzigtigheid van hun water. Onvergelijkelijk schoon is bij een' steenachtigen bodem het lichtbeeld dat de oppervlakte, door een zacht windje gerimpeld en door de zon beschenen, op den bodem schildert. Als tegenhanger van wat wij op bladz. 312 van de doorzigtigheid van het zeewater mededeelden, herinneren wij hier aan de meren van Zweden, die door hunne klaarheid, aan die van de lucht gelijk, wereldberoemd zijn, en van welke Elliot verhaalt dat hij, die in een bootje gezeten er over vaart, zich dikwijls bedriegt daar het hem toeschijnt als of hij lucht onder zich had en geen water. Als men zoo op den gladden waterspiegel langzaam den top van een' daar beneden liggenden berg nadert, dan verbeeldt men zich dat men er bij op klimt, terwijl men na het overtrekken van den misschien diep onder water liggenden top gewoonlijk verschrikt, wijl men meent naar beneden te zullen storten. Van het dek eener stoomboot ziet men in het meer van Genève elken steen op eene groote diepte scherp en duidelijk afgeteekend liggen.

Onder de stoffen die in meerwater opgelost zijn, speelt, even als in zeewater, het zout eene belangrijke rol. Zoo als bekend is zijn er eene menigte meren, die wegens hun groot zoutgehalte zoutmeren heeten. Vooral de tafellanden van Mongolie en Tartarije en de onafzienbare siberische vlakte zijn rijk aan zoutmeren, van welke sommigen op zekere tijden zelfs verzadigde zoutoplossingen zijn (bladz. 385.) Het ontstaan van zoutmeren kan door vele oorzaken verwekt worden, welker feitelijke aanwijzing toch slechts in de minste gevallen gelukken zal. Men kan gelooven dat een zoutmeer een overblijfsel is van de zee, hetwelk in eene verdieping van de oppervlakte der aarde achtergebleven is, en welke, de zee, in vorige tijden der aarde andere grenzen gehad heeft als tegenwoordig, waaruit zij zich sedert terug getrokken heeft. Of het zoutmeer kan ontstaan zijn door zoutbeken, welke er even goed zijn als zoutbronnen, en die, aan een' zouthoudenden steppenbodem zout ontnemende, in eene lager liggende plaats

der steppe zamenvloeijen en een steeds grooter en zouter wordend meer vormen. Of het zoutmeer kan gevormd worden door zoetwaterbeken, die eveneens door zamenvloeijing een meer vormen, maar op eene plaats waar eene zoutbedding of eene zoutlaag boven de aardkorst uitkomt. Elk dezer oorzaken kan bij de vorming van een zoutmeer werkzaam geweest zijn. Wij mogen echter ook de wijze van verklaring niet vergeten die wij op bladz. 295 gegeven hebben, en die met de theorie van HALLEY — welke ook door MAURY aangenomen wordt — overeenstemt, namelijk dat elk meer van zoet water, dat een onafgebroken' aanvoer doch geen afvoer heeft, eindelijk daardoor tot een zoutmeer moet worden, dat het geringe zoutgehalte, dat al het zoete water bezit, zich in het meer moet ophoopen, daar het door de verdamping niet weder verloren gaan kan. Voor die theorie is het bijzonder gunstig dat juist het groote binnenland van Azie, dat wij met BERGHAUS het gebied der continentaalstroomen noemden (bladz. 415), zeer rijk aan zoutmeren is.

Vele zoutmeren zijn onuitputtelijke voorraadschuren van keukenzout. Als een voorbeeld daarvan diene de schildering van het beroemde meer Elton, dat in den grooten hoek ligt dien de Wolga naar het westen, bij het begin van haren onderloop beschrijft.

In eene volkomen effene steppe gelegen, heeft het meer Elton eene cironde gedaante en een omtrek van 7 mijlen. Het is zeer ondiep en kan dus in zijne geheele breedte doorwaad worden. Slechts ten tijde van het smelten der sneeuw en in October zwelt het door atmospherisch water een weinig op. Het water, dat er door vele kleine zoutrivieren ingevoerd wordt, verandert zijn' spiegel niet, daar het juist zoo veel bedraagt als het verlies door verdamping, en het meer Elton is dus een van die waarbij toevoer en verlies in evenwigt staan.

Het water van dit meer is niet klaar maar geelachtig en troebel en bevat, behalve keukenzout, nog vele andere zouten in oplossing. Naar de jaargetijden verschilt de rijkdom aan zout en bedraagt ten hoogste 13 procent. Het armste is het water na het smelten der sneeuw en in den herfst in den regentijd. In den

zomer, als de verdamping het sterkst is, vormt er zich een dun zoutvliesje op de oppervlakte van het water uit kleine drijvende zoutkristallen bestaande, die dan naar beneden zinken om voor nieuwe plaats te maken. Op deze wijze vormt er zich in den loop des zomers eene losse zoutlaag op den bodem van het meer, welke men „nieuw zout" noemt. Zij wordt echter niet terstond verzameld, wijl zij door een deel bittere en ligt vervloeijende zouten verontreinigd is, en waarvan het keukenzout dier laag zich slechts zeer langzaam zuivert. Gedurende den winter, welke die zoutafscheiding afbreekt, wordt er vooral door het sneeuwwater eene dunne zwartachtige laag van leem over de laatste laag nieuw zout die zich ondertusschen gereinigd heeft, afgezet. Op deze wijze bestaat de bodem van het meer uit talrijke lagen zout en leem. In het jaar 1805 werd die verhouding naauwkeurig onderzocht en men brak door eene menigte van zulke lagen heen, die tusschen 1 tot 9 duim dikte afwisselden en hard als steenzout waren. Eindelijk kwam men op eene steenzoutlaag die zoo hard als eene rots was, en wel zoo hard dat de ijzeren werktuigen aan stukken braken en men het voornemen om nog dieper te dringen opgeven moest.

Die zoutmassa op den bodem van het meer, zoo schitterend wit en slechts door eene dunne laag water overdekt, geeft aan het meer Elton van verre het uitzigt van eene ijsvlakte en vertoont bij eene laag aan den hemel staande zon de verrassendste werkingen van de straalbreking. Daardoor heeft het ook zijnen naam verkregen, die in het kalmuksch „*Altan-nor*" luidt en „gouden ster" beteekent.

De russische regering krijgt jaarlijks groote massaas keukenzout uit het meer Elton, en wel op de eenvoudigste wijze. In platte pramen, waarvoor echter wegens den lagen waterstand nog groeven in den zoutbodem gebroken worden moeten, varen twee mannen in het meer op, van welke de een eene zoutschots los breekt, die de andere met eene soort van schop aanvat en door afspoelen van het slijk reinigt. Daar de beladene pramen in het ondiepe water den oever niet weder bereiken kunnen, zoo ontladen zij het

zout aan een' in het meer opgebouwden dam, vanwaar het naar de schuren gebragt wordt.

Die boven gemelde lichtbeelden zijn ook aan andere zoutmeren eigen, bij welke eveneens het vaste zout slechts door eene dunne laag water bedekt is. In den heeten zomer van 1833 verlichtte het zoutmeer van Kujanlik bij Odessa, alle avonden, de geheele landstreek als de zeewind opstak. Of dit geschiedde ten gevolge der insolatie (zoo noemt men het als een voorwerp lang aan de zonnestralen blootgesteld geweest is) zoo dat de zoutrijke waterspiegel de ingezogene zonnestralen, als een ligchaam dat zelf lichtend geworden was, weder uitstraalde, dan wel of het kristallisatieproces, dat ten gevolge van de groote warmte bijzonder krachtig plaats had, de ontwikkeling van licht veroorzaakte, is niet te bepalen. Volgens de undulatietheorie is bovenstaand „ingezogen" natuurlijk niet woordelijk op te nemen, daar er aan het lichten der zonnestralen geene lichtstof tot grondslag ligt. De andere wijze van verklaring van dat lichten van het meer van Kujanlik is niet zonder voorbeeld, daar men ook elders het kristallisatieproces door lichtverschijnselen vergezeld heeft bevonden.

Wenden wij ons van die zoute meren naar de zeekusten, dan vinden wij daar vele plaatselijke voorwaarden vereenigd, waardoor lagunen of kustmeren van de zee afgescheiden worden; tot welke ook de bekende *limans*, aan de bessarabische kust van de Zwarte zee, behooren.

Ook moeten wij hier nog, bij de zoutmeren, de natronmeren van Egypte en van de Debrecziner vlakte in Hongarije vermelden, waaruit het natron in menigte gewonnen wordt.

Eindelijk zijn er naast de versteenende bronnen, die wij vroeger kennen leerden (bladz. 393), ook versteenende meren, dat is zulke, welker water dubbelkoolzuren kalk in oplossing bevat, die daaruit, na verlies van een deel van zijn koolzuur, als enkelkoolzuren kalk bezinkt, en zulke voorwerpen, welke in het water liggen, met eene korst van kalk overtrekt.

In vroegere tijden zijn zulke incrusterende meren veelvuldig aanwezig geweest, zoo als wij aan de uitgestrekte lagen van

zoetwaterkalk, tufkalk, zien kunnen, waarin men zeer duidelijk nog de holten der plantenstengels erkennen kan, waaraan de kalk zich nederzette (bladz. 205). Zulk een kalkvormend meer is het Lough Reagh in Ierland, en ook het meer Deria Schahi in Perzie.

Vele meren vertoonen bijzondere verschijnselen van welke wij het tijdelijk verdwijnen van het Zirknitzermeer reeds beschouwd hebben (bladz. 409). De Kaspische zee, het grootste meer der aarde, heeft zelfs in historische tijden belangrijke veranderingen van den waterstand ondergaan, ja zelfs is het zeer waarschijnlijk dat dit meer nog omstreeks het jaar 500 met de zee van Asof en het meer Aral heeft zamengehangen. In eveneens zeer vroege tijden moet er, aan het zuideinde der Kaspische zee, een rijzen van den waterspiegel van minstens 50 voet plaats gehad hebben, wat uit gebouwen blijkt die voor dien tijd gebouwd zijn en thans onder water staan. Sedert heeft er niet slechts een aanhoudend dalen, maar bij afwisseling, hoewel niet geregeld, een rijzen en dalen der Kaspische zee plaats gehad.

Het is moeijelijk te zeggen of hier een werkelijk rijzen en dalen van den zeespiegel, alzoo eene af- en toeneming van het water geschied is, dan wel of dit slechts schijnbaar zoo is en de oever door vulkanische werking eene rijzing en daling ondergaan heeft, gelijk wij dat vroeger bij vele zeekusten zagen (bladz. 281). Naauwkeurige onderzoekingen, door Lenz omstreeks 20 jaren geleden, aan den oever der Kaspische zee gedaan, zijn nog niet genoegzaam bewezen om die vraag te beantwoorden.

Aan de hand van Berghaus keeren wij nog eenmaal naar het beroemdste der tusschenpoozende meren terug, naar het Zirknitsermeer. Dit waterbekken, dat aan twee zijden door twee gelijkloopende bergruggen, en aan de twee andere zijden door lage heuvelen begrensd wordt, is bij gewonen waterstand drievierde mijl lang en eene halve mijl breed. Dit meer ligt in zeer sponsachtigen en aan holen rijken jurakalk, tusschen het door zijn druipsteenhol beroemde Adelsberg en Laas bij het stadje Zirknitz. De holen van den rotsbodem bevatten bestendig water, en van dezen zijn er 12 die afwisselend water spuijen of uitwerpen, en

weder opslorpen, en 28 welke niet geven, maar wel opnemen. „Als het nat, onstuimig en stormachtig weder wordt," zegt Berghaus, „dan werpen die holen soms met groot gedruis, aan springbronnen gelijk, eene ontzaggelijke hoeveelheid water uit. Vooral onderscheiden zich daarin twee holen in den berg Invorning, en zonder die twee zouden alle overige bronnen en beken, die zich in dit dal uitgieten, niet in staat zijn om het zoo hoog met water op te vullen. Steinberg verzekert dat de overige wateraanbrengers, bij bestendig aanhoudenden regen, het dal binnen twee dagen naauwelijks tot voor de helft vullen kunnen, en dat daarentegen deze twee holen, bij eenen regen van slechts weinige uren, met storm en onweêr vergezeld, het dal zoo snel onder water zetten, dat de visschers dikwijls naauwelijks door eene schielijke vlugt aan het indringende water ontloopen kunnen. Die twee holen heeten Branja Jane en Sucha Dulza. Overal zijn er in het inwendige dier holen de openingen zigtbaar, waardoor het water uit het binnenste van den berg in deze hoofdkanalen dringt. Door al die gaten stijgt het meer ongelijk veel sneller dan het daalt, want als er op het omliggende gebergte veel regen valt, dan wordt het in den tijd van 24 uren tot den gewonen waterstand opgevoerd, maar om ledig te worden heeft het minstens 25 dagen noodig."

Dat wonderbare meer wordt dan door twee holen, die de namen van Velka Karlauza en Malka Karlauza dragen, eenigen tijd lang op de gewone waterhoogte gehouden, daar zij het overtollige water opnemen. Maar zijn die gaten niet meer voldoende, dan volgen er uitgebreide overstroomingen, die ver het vlakke land onder water zetten.

Dat afwisselende bestaan van het Zirknitzermeer heeft aanleiding gegeven tot de fabel die van boek tot boek voortgeplant is, dat men alle jaren in dat meer beurtelings visschen en oogsten kan, daar, na het wegloopen van het water, het uitgezaaide koren zich snel en krachtig ontwikkelen en rijp worden zoude. Daar dit meer echter in vele jaren soms in 't geheel niet afloopt, en in andere jaren, als het dit wel doet, dikwijls onverwacht vroegtijdig

terug keert, zoo bepaalt zich dat oogsten tot het maaijen van het gras, dat steeds op de randen van het meer snel opschiet. Ook is het eens een vol jaar lang (van Januarij 1834 tot het laatst van Februarij 1835) tot op den laatsten druppel afgeloopen gebleven, terwijl anders gewoonlijk een weinig water en daarin de jonge visschen overblijven. Van die volkomene verwijdering van het water werd gebruik gemaakt om de afvoerende holen van ontstane verstoppingen te bevrijden, om daardoor, als het mogelijk was, het afloopen meer geregeld te doen geschieden. Men haalde geheele hoopen van allerlei dingen uit de gaten, aarde, grind, steenen, biezen, boomstronken, stukken van visschersbooten, enz.

In vele, zelfs niet zeer groote meren bemerkt men een onregelmatig wassen en vallen van den waterspiegel. Daar dit bewezen is van de hoeveelheid van het toestroomende water onafhankelijk te zijn, zoo heeft men het voor eene eb en vloed gehouden. Maar daar zelfs groote streken van de zee, welke door eene zeeëngte, als een bekken, afgescheiden zijn, geene eb en vloed hebben, zoo kunnen wij die nog veel minder bij kleine meren verwachten. Zulke afwisselingen van het waterpas, die men bij het meer van Genève *seiches* noemt, komen, behalve bij dat meer, ook voor bij het meer van Constanz, het Zuricher, het Neurenburger, het Plattenmeer of het meer Ballaton, het meer van Como en anderen. Zij zijn noch aan jaargetijden, noch aan tijden van den dag verbonden, ofschoon zij meer bij dag dan bij nacht, meer in de lente en in den herfst, dan in den zomer en winter waargenomen worden; zij zijn daar het sterkst waar het meer zijn afloop heeft. De duur van dat raadselachtige verschijnsel is zelden meer dan 20 tot 25 minuten, en is zelfs somtijds veel korter. Onder al de verschillende verklaringen is die zekerlijk de waarschijnlijkste, dat de seiches veroorzaakt worden door eene gelijktijdige, maar ongelijk sterke luchtdrukking op verschillende plaatsen van den waterspiegel van het meer.

De diepte der meren is natuurlijk zeer verschillend en zelfs

niet altijd van de meerdere of mindere hoogte der omliggende oevers afhankelijk, daar men even zoo wel in vlakke landen zeer diepe, als in gebergten zeer ondiepe meren aantreft. Het meer Titicaca, dat wij als het hoogst gelegene kennen leerden, schijnt ook het diepste te zijn, daar men wil dat het 3480 voet diep is. De grootste diepte van het meer van Constanz, welke in het midden tusschen Friedrichshafen, Langenargen, Romanshorn en Arbon ligt, bedraagt 856 voet. De belangrijke diepte van het Vierwaldstädtermeer, bij het dorp Isleten, waar het naauwelijks een kwartier breed is, en die men tusschen 800 en 1070 voet bevond, staat in overeenstemming met de loodregte oeverrotsen op deze plaats. Deze bestaan uit kalkmuren van omstreeks 600 voet hoog, welker lagen op beide zoo digt bijeenliggende oevers volkomen met elkander overeenkomen in helling, rigting enz., zoodat men niet twijfelen kan of men ziet hier de beide breukvlakten van een' vroeger zamenhangenden bergrug, in welks spleet het meer gedrongen is. Ook is het zeer waarschijnlijk dat die spleet zich eveneens beneden als boven den waterspiegel in de diepte voortzet, en dat daardoor die groote diepte van het meer veroorzaakt wordt. De diepte van het Neuenburgermeer wordt gezegd 450 voet te bedragen.

Wij zijn nu aan het einde van die beschouwingen van het water, door welke wij het als op zich zelf staande en niet in zijne betrekking tot het leven leerden kennen. Slechts in het derde hoofdstuk, waar wij den invloed van het water op het klimaat behandelden, en op nog eenige andere plaatsen, zagen wij het als 't ware in de voorbereiding van zijne magtsontwikkeling. Er blijft ons nu nog over om het water in die betrekking te beschouwen, waarin het ons op den omslag van dit werk voorgesteld is: als het element dat het leven onderhoudt. Als datgene ons het naaste is wat onmiddellijk op ons ligchamelijk leven invloed heeft, dan zal het water ons in het volgende hoofdstuk het grootste belang inboezemen, want wij zullen het daar zien als eene levensvoorwaarde van de allergrootste beteekenis.

ZESDE HOOFDSTUK.

HET WATER IN BETREKKING TOT DE VOEDING.

Inleiding. Endosmose. Eigenschappen van het water waardoor het in staat is om op het organische leven te werken. Het water als een nooit ontbrekend bestanddeel in het ligchaam van levende wezens. Het water als voedsel en als bemiddelaar van de voeding. Het water in betrekking tot het plantenrijk. Bewatering en ontwatering. Het uitzigt van de planten geeft de vochtigheid van de lucht en van den bodem te kennen. Het water ten opzigte van het leven der dieren en van den mensch. Het water als geneesmiddel.

De kracht is geen zelfstandig wezen, geen wezen dat van den stoffelijken grondslag der dingen afgescheiden bestaat. Zij is eene eigenschap van de stof die daarvan onafscheidbaar is en er eeuwig inwoont.

MOLESCHOTT, *Physiologie des Stoffwechsels.*

Daarom is het ook de hoogste pligt van den natuuronderzoeker, akker en akker, bloed en bloed, steenen, planten en dieren te ontleden, om het zamenstel steeds beter te leeren kennen. Niets mag ons ontmoedigen, maar niets kan ons ook ontmoedigen om voort te streven op de baan die ons, als wegwijzers en als mijlpalen, overal belooningen aanbiedt. Die belooningen, zij kunnen ons niet ontnomen worden, noch door de twijfelingen der onwetenden, noch door het schouderophalen der ongeloovigen, die zich verbeelden dat zij de kracht scheiden kunnen van de stof, noch door het ongeduld der goudmakers, die eerder het doel dan den weg daar heen willen vinden. Eene juiste verdeeling der stof, die moet gij kennen leeren! Zoo roept met volle regt de landman, zoo roept de geneeskundige, zoo roept de staatsman, zoo roept de arme, als hij inziet wat de oorzaken zijn van zijn gebrek en van zijn lijden. De natuuronderzoekers zijn het die zich de meeste moeite geven om zulke maatschappelijke vragen te beantwoorden, welke zich wel door de wapenen in de hand als behoeften doen kennen, en als vraagstukken van algemeen

> belang voordoen, maar die toch nooit voldoende beantwoord zijn. De oplossing daarvan ligt in de hand van den natuuronderzoeker die door het getuigenis der zinnen met zekerheid geleid wordt. Aan den boom der kennis wast de behoefte, maar in de behoefte kiemt de magt die haar bevredigt. De wetenschap is de onoverwinnelijkste magt, zij is de magt van de vrede. Kennis is niet slechts de hoogste prijs, zij is ook de breedste grondslag van een leven dat den mensch waardig is.
>
> Moleschott, *der Kreislauf des Lebens.*

Bij deze beide plaatsen uit de werken van Jacob Moleschott, den geestigen, zwaar gewapenden kampvechter van de stof tegen de ridders van de spookachtige kracht, mogen wij nog voegen: en in dien omloop van het leven neemt het water eene van de belangrijkste plaatsen in.

Iedereen kent de groote belangrijkheid van het water, maar het is noodig dat iedereen wete hoe het zoo belangrijk wordt.

Vooraf echter moeten wij een verschijnsel leeren kennen dat algemeen onder den naam van endosmose bekend is en waarvoor wij in onze taal geen geschikt woord bezitten. Volgens C. Ludwig te Weenen is endosmose het volgende: als twee verschillende vloeistoffen door eenen molekulair of grof[1] poreusen scheidsmuur gescheiden worden, in welken eene of beide vloeistoffen zoo dringen kunnen dat zij zich, hetzij in dien scheidwand, hetzij aan de eene grens der poriën, dat is aan eene van de beide oppervlakten van den scheidsmuur, met elkander in onmiddellijke aanraking bevinden, dan vermengen beide vloeistoffen zich met elkander. Daarbij staat vast dat een mogelijk verschil van hydrostatische drukking,

---

[1]) Molekulen noemt men de kleinste deeltjes der stof, waarin echter nog de eigenschappen der stof vereenigd zijn, en welke dus niet met de atomen (zie bladz. 22) verwisseld moeten worden. Elke watermolekule, b. v. bestaat nog uit waterstof en zuurstof. Molekulaire poriën van een' scheidsmuur zijn dus zulke kleine openingen waardoor slechts de molekulen kunnen heengaan. Afzonderlijke molekulen zijn even min als molekulaire poriën voor ons oog zigtbaar. Eene varkensblaas, met water gevuld en toegebonden, is van buiten op het gevoel naauwelijks vochtig en toch heeft zij molekulaire poriën, want langzamerhand gaat al het water er uit, en door verdamping aan de oppervlakte der blaas verloren.

welke beide vloeistoffen op de vlakten van den scheidsmuur oefenen, niet voldoende is om, bij den wederstand van dezen laatsten, voor de oorzaak van de beweging van eene van beide vloeistoffen te kunnen gehouden worden. De meest in het oog vallende verschijnselen welke men onder deze omstandigheden bij die diffusie, wederzijdsche doordringing, waarneemt, zijn: *a.* beide, door den scheidsmuur gescheidene vloeistoffen verliezen hare verschillen zoo volkomen dat, even als of er geen scheidsmuur was, de diffusie niet eerder afgeloopen is, dan wanneer de beide vloeistoffen wederzijdsch volkomen aan elkander gelijk zijn. *b.* De *volumina* der vloeistoffen, door den diffusiestroom aan beide zijden van den scheidsmuur opgehoopt, zijn meestentijds niet aan elkander gelijk; of met andere woorden: de diffusiestroomen zijn sterker in de eene rigting dan in de andere. De snelheid waarmede twee vloeistoffen, door den scheidsmuur heen, zich met elkander vereenigen, is eene andere als zonder de tegenwoordigheid van dezen. Het onder *b* gemelde verschil der tot elkander overgestroomde hoeveelheden van door een vlies gescheidene vloeistoffen, verandert met het verwisselen van den scheidsmuur, dat is, met den scheien natuurkundigen aard van de stoffe waaruit hij bestaat, met kwantitative en kwalitative veranderingen in de zamenstelling der vloeistoffen, en met de temperatuur.

Men kan de endosmose gemakkelijk op eene eenvoudige wijze vertoonen, en de daartoe noodige toestellen zijn in elk huis te vinden: een bierglas en een lampeglas. De eene opening van het laatste sluit men met een stuk naauwkeurig er over heen gebondene varkensblaas. Dan vult men het lampeglas tot op ongeveer de helft met eene oplossing van keukenzout in water of pekel, waarvoor alzoo de varkensblaas tot bodem dient. Een groot bierglas vult men eveneens, tot op omstreeks de helft, met ongeveer eenmaal zooveel zuiver water; men plaatst de buis met het zoute water in het zoete, en men heeft dan aan de eene zijde van het vlies, de varkensblaas, zuiver water en aan de andere zijde zout water, en dus twee vloeistoffen van verschillenden aard, welke slechts door het vlies van elkander gescheiden zijn. Heeft men nu

den stand van de vloeistof, zoowel in de buis als in het bierglas, door een streepje, met eene vijl gemaakt, aangeteekend, zoo zal men vervolgens de endosmose daardoor bespeuren dat de vloeistof in de buis na eenige uren reeds boven de streep gestegen is, dewijl het zuivere water sneller door de varkensblaas in de buis dringt dan het (digtere) zoute water uit deze in het water van het glas overgaat. Dit verhuizen en zich vermengen van beide vloeistoffen door de molekulaire poriën van het vlies, duurt zoo lang tot dat beide een geworden zijn, en men tusschen het vocht boven en dat beneden de blaas geen onderscheid meer bespeuren kan. Ten laatste is al het water zout, maar zooveel zwakker dan het water in de buis te voren was, als dit aan het vroeger zoutlooze water in het glas zout afgegeven heeft. Deze proef bewijst nog meer als men van beide vloeistoffen eene gelijke hoeveelheid neemt en aan beide eene even gelijke oppervlakte geeft, opdat er noch eene hydrostatische, noch eene luchtdrukking van de eene vloeistof op de andere plaats hebben kan.

Tot de diffusiën behooren, behalve de endosmose, ook nog de oplossing, *solutie*, op bladz. 18 beschreven, en de drenking of *imbibitie*. Imbibitie noemt men die gesteldheid van vele dierlijke en plantaardige ligchamen om op eene bijzondere wijze en in zekere mate door vloeistoffen, en alzoo ook door water, doordrongen te kunnen worden, waarbij men de grootste hoeveelheid vloeistof, welke eene stof opnemen kan, het drenkings-maximum noemt. Drooge varkensblaas zwelt, gelijk bekend is, in water op, waarbij zij slap, doorschijnender en buigzaam wordt; een stuk lijm zwelt ook in koud water op, vóór dat het daarin opgelost wordt.

Van de drenking van plantaardige en dierlijke stoffen komen in het dagelijksche leven eene menigte verschillende gevallen voor. Daar de drenking niet slechts door druipend vloeibare stoffen alleen, maar ook door den damp daarvan veroorzaakt wordt, zoo behooren tot haar gebied alle hygroskopische verschijnselen (bladz. 57) die men zwellen, opzwellen, enz. gewoon is te noemen. Men spreekt van gezwollene vensters als zij, bij aanhoudend vochtige

lucht, niet opengaan kunnen, omdat de ramen waterdamp uit den dampkring opgenomen hebben.

Is de vloeistof, welke door eene gedrenkte vaste stof opgezogen is, eene oplossing, dan is de hoeveelheid dier opgezogene oplossing afhankelijk van haar gehalte. Liebig geeft op dat 100 gewigtsdeelen drooge osseblaas opnemen: van zuiver water 310 gewigtsdeelen; van eene keukenzoutoplossing met 9 procent slechts 288; van eene met 13^{5} procent 235; en eindelijk van eene met 18 procent slechts 219 gewigtsdeelen. Nog opmerkenswaardiger dan die van het procentsgehalte eener oplossing afhankelijke drenkingsmate, is de omstandigheid dat eene, door een dierlijk of plantaardig vlies opgenomene oplossing, niet in hetzelfde gehalte opgenomen wordt waarin zij met het vlies in aanraking gebragt is. Uit eene 7,2 proc. oplossing van glauberzout wordt door osseblaas eene vloeistof opgenomen die slechts $4,^{4}$ proc. glauberzout bevat. Het water wordt dus, door de verwantschap van het vlies tot het ingedrongene water, tot dit oplossingsvermogen begrensd.

Uit het medegedeelde blijkt duidelijk waaraan voornamelijk het water zijne belangrijkheid voor planten en dieren te danken heeft. Het heeft die als *oplosmiddel* en als *drenkingsstof*, maar ook nog als *afkoelingsstof* en *regelaar der warmte*, daar het aan de ligchamen voortdurend warmte onttrekt, die bij de verandering van het water in dampvorm gebonden (latent) wordt. En eindelijk is het water op zich zelve eene *voedingsstof*.

Vóór dat wij verder gaan moeten wij bepalen wat eene *voedingsstof* is, over welke men het geenszins algemeen eens is, en die men zelfs somtijds door geleerden als niet voor bepalen vatbaar heeft hooren verklaren. Zulk eene bepaling laat zich echter, ten minste voor het leven van het dier — waartoe het onze ook behoort — opmaken, en wel met het oog op het bloed, dat voor het dierlijke leven van een veel grooter physiologisch gewigt is, dan de sappen voor de planten zijn; immers onder deze laatsten heeft men tot heden nog niets kunnen aantoonen, dat voor den opbouw en de vernieuwing van de plant dezelfde algemeene belangrijkheid bezit als die welke het bloed voor het dier heeft. Daar het 't bloed

alleen is waaruit alle deelen van het dierlijke lighaam ontstaan, en bij voortduring door de stofwisseling vernieuwd worden, zoo mag men het, met MOLESCHOTT, als de som van de algemeen verspreide bestanddeelen der dieren beschouwen. Gevolgelijk moet alles voor voedingsstof gehouden worden wat aan de wezenlijke bestanddeelen van het bloed òf gelijk, òf minstens zoo overeenkomstig is, dat het door de spijsvertering in bloed veranderd kan worden.

Ook de denkbeelden voedsel of spijs en drank, en voedingsstof worden dikwijls niet genoeg onderscheiden. Elk voedsel bevat wel voedingsstof, doch bestaat niet altijd uit de laatste alleen, ja kan er zelfs zeer arm aan zijn. Melk is een voedsel en tevens door en door voedingsstof; terwijl salade, hoewel voor velen eene aangename spijs, uiterst arm aan voedingsstoffen is. Datgene wat een voedsel behalve eigenlijke voedingsstof bevat, wordt als onverteerbaar overschot weder uit het ligchaam geworpen.

Het spijsverteringsproces gelijkt, in zijne afzonderlijke deelen en stoffen, in zekere mate op het proces in den smeltoven. De voedsels zijn de ertsen, het bloed het daaruit gesmoltene metaal, en de uitwerpselen zijn de overblijvende slakken.

Het bloed bestaat uit: *a.* anorganische bestanddeelen; *b.* organische stikstofvrije, en *c.* organische stikstofhoudende bestanddeelen. Zoo zijn ook de voedingsstoffen anorganische en organische, en de laatsten of met of zonder stikstofgehalte.

Om de vraag te beantwoorden of het water voedsel of voedingsstof, of beide te gelijk is, moeten wij het water in het levende organismus onderzoeken. Wij ontmoeten het, in het dier zoo wel als in de plant, zoo algemeen en zoo ruimschoots als bijna geene andere scheikundige verbinding. Elke scheikundige ontleding van het een of ander dier of plant, of van een gedeelte van beiden, geeft een grooter of kleiner gehalte van water te kennen, al meenen wij ook dat het ligchaam, hetwelk wij onderzoeken, volkomen droog is. Wij weten (zie bladz. 29) dat men zelfs in het droogste hout gemakkelijk water kan aanwijzen, zoodat men met wetenschap-

pelijke naauwkeurigheid aan het woord droog — dat beteekenen moet vrij van aanhangend of hygroskopisch water — nog eene nadere beteekenis gegeven heeft, en dus den luchtdroogen toestand, zoo als hij ons in het dagelijksch leven te voren komt, van den onvoorwaardelijk droogen, door sterke verhitting kunstmatig verwekt, onderscheidt. Een rijnsche kubiekvoet versch geveld beukenhout weegt 64 tot 65 pond, luchtdroog slechts 30 tot 40 pond, en ook dit verliest door kunstmatige uitdrooging nog eenige ponden aan gewigt en aan water. Men neemt aan dat versch geveld hout door elkander 40 procent water bevat, en daarvan, na eene drooging in de lucht gedurende 8 tot 10 maanden, toch slechts 25 procent verliest, en dus in luchtdroogen toestand nog 15 procent water bezit. Het kan ons dus niet verwonderen als gebouwen, die uit versch geveld hout zijn opgetrokken, na een' korten tijd aan de zoogenaamde „zwam of paddestoel" lijden; eene zwam welke zich, op eene nog niet nagespoorde wijze, met behulp der vochtigheid van het hout, in zulk hout ontwikkelt, dat niet voldoende uitdroogen kan omdat het in de muren besloten is; het kan ons dus niet verwonderen als stukken huisraad, die wij „zeer civiel" in groote „meubelmagazijnen" gekocht hebben, in onze heetgestookte kamers scheuren en springen, als zelfs overoude erfstukken, al te digt bij de kagchel geplaatst, scheuren krijgen, daar ook zij nog water bevatteden.

Het watergehalte van versche planten kan men bij benadering leeren kennen uit het verlies aan gewigt na de uitdrooging.

Gaan wij van dit eene uiterste tot het andere over, dan verwonderen wij ons over den ontzettenden rijkdom aan water van vele tropische planten, onder welke de reeds aan haren naam als eene „plantenbron" kenbare oost-indische plantensoort *Phytocrene*, en de wonderbare koeboom, *Galactodendrum dulce* van Venezuela, de voornaamsten zijn. Uit de stengels der phytocrene, op de wijze der slingerplanten door de struiken gevlochten, stroomt, als men hen doorsnijdt, eene menigte van bijna zuiver water, dat geschikt is om den dorst te lesschen; en het overvloedige sap van den koeboom, of woordelijk vertaald melkboom, is eene welriekende en

welsmakende melk, die door de inwoners van Venezuela veelvuldig gebruikt wordt, en welker hoofdbestanddeel, gelijk in de dierlijke melk, water is. Onder de bij ons groeijende planten zijn als bijzonder rijk aan water te noemen, de *Cucurbitae* of komkommerplanten, b. v. kalebassen, augurken enz. de balsamijn, *Impatiens balsamina,* en de wijnstok, welke met de phytocrene en de water- of jagerlianen, *Cissus*, der tropische gewesten, tot de groote orde der *Vitaceae* of wijngaardachtigen behoort, die ook bij ons nog eenige andere, bijzonder waterrijke soorten telt. Het zijn vooral de wortels en vruchten van vele planten, en in zekere tijden de stengels, die rijk aan water zijn, hoewel dit nimmer geheel aan eene plant of een gedeelte daarvan ontbreekt. Het water is in de zoete, of gekleurde, of welriekende, of hoe ook scheikundig bijzonder zamengestelde sappen der planten de drager of voerder der bedoelde stoffen, die daarin of in oplossing, of zwevende voorhanden zijn.

De verwijdering van het water uit het weefsel der planten is niet slechts bij hout of bij gras een punt van onze bemoeijingen, ook eene menigte andere planten worden, of aan eene eenvoudige drooging in de lucht, of aan eene kunstmatige uitdrooging onderworpen. Bij de laatste moet men er vooral voor zorgen om aan het water gedurende zijne verwijdering geen tijd te laten om eene scheikundige stofomzetting te ondergaan, waardoor de verlangde eigenschappen der bedoelde planten geheel of gedeeltelijk zouden verloren gaan. Dit laatste geschiedt voornamelijk als de kunstmatige uitdrooging onder aanwending van een' hoogen warmtegraad plaats heeft, welke, gelijk bekend is, de scheikundige processen het meest bespoedigt of ondersteunt. Dit is vooral het geval met gedroogde vruchten, appelen, pruimen, peren. Deze waarheid heeft in den laatsten tijd in Frankrijk en in Duitschland, vooral te Frankfort a/M., fabrieken in het leven geroepen in welke groenten, geneeskrachtige kruiden en vruchten door kunstmatige drooging, zonder de aanwending van groote warmte, uitgedroogd en dan sterk te zamen geperst worden. Plantaardige stoffen, welke op die wijze duurzaam gemaakt zijn, behouden niet slechts bijna volko-

men haren nauurlijken smaak, maar verkrijgen bij het koken ook volmaakt den vorigen vorm terug.

Van groot belang is ook de verwijdering van het water uit zaden welke bewaard moeten worden om te kunnen ontkiemen. Door groote warmte kan men het water daaruit verwijderen zonder dat de kiemkracht verloren gaat. Niet genoegzaam drooge en op hoopen liggende zaden verliezen ligt de kiemkracht door beginnende gisting, of zij ontkiemen op ongeschikten tijd in de bewaarplaatsen.

Hoe groot de watermassa is welke haren weg uit den grond, door de plant, in de omringende lucht vindt, kan men gemakkelijk nagaan als men eene plant die van vochtigheid houdt, b. v. de bekende aronsstaf, *Calla aethiopica*, met eene vooraf gemetene massa water begiet en, ter vergelijking, steeds eene gelijke hoeveelheid water in een open vat aan de verdamping overlaat. Men zal dan zien dat er van het laatste slechts weinig verloren gaat, terwijl de plant eene groote hoeveelheid verbruikt. Tot eene dergelijke waarneming is bovenal geschikt eene plant van de kust van Guinea, welke in meeste plantenverzamelingen te bekomen is, de *Pistia stratiotes* genaamd, welke als eene fraaije roos van bladeren op het water drijft. Een vat, waarin die planten groeiden, verloor zesmaal zooveel water als een ander zonder zulke planten. Op die eigenschap van de plant berust voor een groot gedeelte de vroeger besprokene belangrijkheid van bosschen voor het klimaat van een land. Het „tranen" van den wijnstok, de „berkenwijn," het overvloedige zoete sap van den suikereschdoorn, zijn bekende voorbeelden van den waterrijkdom der planten.

Beschouwen wij nu het watergehalte van dierlijke ligchamen en hunne deelen, dan treffen wij terstond de grootste hoeveelheid water aan in het bloed, dat gemiddeld op 100 deelen 90 tot 93 deelen water heeft.

Zoo als bekend is scheidt zich het bloed, dat door eene aderlating verkregen is, na verloop van eenigen tijd in tweeën, in den zoogenaamden „rooden bloedkoek" en in de geelachtige „bloedwei". Die scheiding wordt door de zamentrekking of inkrim-

ping van de in het bloed aanwezige stollende vezelstof bewerkt, welke inkrimping zoo snel plaats heeft dat zij de bloedligchaampjes, gewoonlijk in tegenspraak met hunne gedaante bloedbolletjes geheeten, die aan de vezelstof kleven, als te zamen raapt en daardoor al het bloedwater, *serum*, uit den bloedkoek, *cruor*, perst.

Dat het bloed bij vele dieren niet rood van kleur is behoeven wij niet door voorbeelden te bevestigen, en evenmin dat de bloedligchaampjes de dragers der bloedkleur zijn. In wit bloed zijn zij meestal groenachtig van kleur. Nevens die bloedligchaampjes, waarvan men gekleurde en ongekleurde in het bloed vindt, bevinden zich in de grondmassa van het bloed, het water, bovendien oplossingen van zouten, vooral keukenzout, eiwitachtige ligchamen, vet en suiker. Daarenboven is het bloedwater steeds nog met drie gassen bezwangerd, met zuurstof, stikstof en koolzuurgas.

Behalve het bloed bevat ook elk zacht weefsel van het dierlijke ligchaam water in groote hoeveelheid, ja zelfs in de hardste deelen, beenderen, tanden, schubben, schilden, haren, hoorns enz. vindt men water.

Eene stof nu die zoo algemeen en dikwijls in zoo groote hoeveelheid in alle dieren en planten gevonden wordt, kan niet anders of moet eene noodzakelijke levensvoorwaarde, moet eene voedingsstof, en niet slechts een voedsel zijn. Doch het is tevens, en misschien wel in de voornaamste plaats, ook het laatste. Als algemeen oplosmiddel, welks werkzaamheid wij weten dat onder medewerking van het koolzuur en de warmte zoo groot is, is het water voor het organische leven de magtige, overal behulpzame bemiddelaar der voeding, zoo als wij zoo aanstonds zien zullen als wij straks eerst het leven der plant en vervolgens dat van het dier beschouwen. Wij krijgen zoo gelegenheid om de belangrijkste processen van het voedingsleven der planten te leeren kennen, welke eerst in de laatste twintig jaren naauwkeuriger zijn nagespoord geworden, en welker kennis zoo gewigtig en zoo veel beteekenend is voor den landbouwer, voor den tuinman, voor den boomkweeker, en voor den wijngaardenier. Het was vooral Liebig's beroemd

werk: *Die organische Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie,* dat vóór 17 jaren landbouwers en natuurkundigen, aan wien daarin onwetendheid verweten werd, aanspoorde om door vereenigden arbeid dat verwijt van zich af te werpen.

De kennis van het voedingsleven der planten is niet slechts eene vraag der wetenschap, zij is eene dringende vraag des tijds, want met het getal van hen die gevoed en verzadigd willen worden, moet ook de voorraad van voedsel toenemen, als er niet eene steeds toenemende onevenredigheid tusschen beiden ontstaan zal. Dit kan slechts gebeuren door eene verhooging van het voortbrengingsvermogen van den grond, dat wederom enkel en alleen op de kennis van de voorwaarden van het plantenleven berust. Moge het ook in de laatste tien jaren hierin beter geworden zijn, wij zijn toch altijd nog verre verwijderd van het hoogst mogelijke nut te trekken van den bebouwden en van den onbebouwden, maar voor bebouwing geschikten grond. De tegenzin, dien de meeste „praktische" en „empirische" landbouwers nog altijd tegen de voorschriften der wetenschap hebben, is nog lang niet overwonnen, veel minder is een volkomen geloof slaan daaraan geboren, en het allerminst is eene opvolging van die voorschriften eene zaak geworden die van zelf spreekt.

Het zou ons te ver voeren als wij deze zaak hier verder bespreken wilden: den wortel van het dreigende kwaad wilden wij slechts even aanwijzen. Want een kwaad van groote beteekenis is het als het bestaande, en zonder twijfel bestaan blijvende stijgen van de prijzen der noodzakelijkste levensmiddelen, niet onschadelijk gemaakt wordt door eene toename van de opbrengst van den grond.

Het is wederom het water in zijne twee bewegelijke gedaanten, druipend vloeibaar en dampvormig, dat hierbij eene der belangrijkste rollen speelt. De klagten van den landman over „drooge jaren" en „natte jaren" drukken dat duidelijk genoeg uit; zij wijzen tevens aan dat het hoofdstreven van de landbouwkundige wetenschap dáár heen gerigt moet zijn, om zich zoo veel mogelijk los te maken van de afhankelijkheid van de watermassa.

Wij begrijpen terstond de beteekenis van het water voor het

plantenleven, als wij inzien, dat de plant vooral slechts zulke voedsels tot zich nemen kan welke zich in een' dampvormigen of druipend vloeibaren toestand bevinden. De allerfijnste verdeeling van eene in water onoplosbare stof maakt haar daardoor niet geschikt om als eene voedingsstof in de plant te kunnen dringen, zelfs al is zij zulk eene stof. Als men b. v. tot zeer fijn poeder gebragt krijt in water doet en omroert, zoodat dit daardoor eene kleur als melk verkrijgt, dan kan slechts dat weinige daarvan in den wortel van eene in dat water geplaatste plant opdringen, wat naar de vaste oplossingsverhoudingen in water oplosbaar is. Is ten laatste al het water door de plant opgezogen, dan blijven die krijtdeeltjes aan de buitenzijde van den wortel en aan den binnenwand van het vat terug.

Als wij de gasvormige voedingsstoffen der planten, b. v. koolzuurgas en ammoniakgas, niet rekenen, dan is dus het water het onontbeerlijkste middel om aan vaste stoffen dien vorm te geven waarin het haar mogelijk wordt, als voedingsstof, in het binnenste der planten op te dringen. Maar ook gasvormige voedingsstoffen, zoo als de beide genoemden, en andere die in water oplosbaar zijn, worden even zoo dikwijls als oplossingen in water door de wortelen der planten, als door de bladeren in gasvorm opgenomen.

Nadat de landman het zaad in den goedgemesten akker gezaaid heeft, ziet hij met verlangen naar regen uit, wijl hij weet dat de mest zonder dat oplosmiddel werkeloos in den grond ligt.

Doch voor het ontkiemende zaad heeft het water nog eene andere beteekenis, dan slechts de eigenschap om de bestanddeelen van den grond op te lossen.

Wij moeten ons eerst den bouw der zaden van de plant herinneren, die in de hoofdzaak voor alle zigtbaar bloeijende planten gelijk is. Wij kiezen daartoe eene amandel. Als wij die eenigen tijd in kokend water gehouden hebben, kan men er de bruine schil gemakkelijk van afstroopen, wat ook onze lezeressen wel weten zullen. Nadat de amandel van de schil beroofd is splijt zij, gelijk bekend is, gemakkelijk in twee, met de vlakke zijden tegen elkander aanliggende helften, die slechts aan de punt door een

klein kegelvormig ligchaampje zamenhangen. Dit laatste is de kiem, *embryo*, uit welke zich na het ontkiemen de jonge plant ontwikkelt: die beide groote amandelhelften zijn de zoogenaamde zaadlobben, *cotyledones*. Deze bestaan uit een zeer fijn celweefsel, welks afzonderlijke cellen bij alle bloei- of zaadplanten met zetmeel, suiker, vette oliën, stikstof bevattende en vele andere stoffen gevuld zijn. Die stoffen zijn bestemd om het plantje dat na het ontkiemen zich ontwikkelt, tot voedsel te dienen, daar zij door de werking van eene matige warmte en van in de aarde zich bevindende lucht, door het indringende water opgelost worden. Daar de kiem met de zaadlobben zamenhangt, zoo is daardoor een weg voorhanden langs welken die opgeloste voedingsstoffen in de kiem dringen en haar voeden kunnen. Wij zien daaruit dat het uitgestrooide zaad nog niet terstond den mest, of de in den grond of in de lucht aanwezige voedingsstof noodig heeft, want voor het kiemplantje is de voorraad, welken de moederplant het op haren levensreis medegegeven heeft, voor eenen tijd lang genoeg, vóórdat het zich van de later ontwikkelde worteljes bedient, om voedsel uit den grond te trekken. Geen plantenzaad kan dus zonder water ontkiemen, hetzij dit druipend vloeibaar of gasvormig is.

Nu hebben echter noch de buitenste cellen der zaadschil, welke water uit het omringende opnemen, noch de cellen der zaadlobben, noch die van de kiem zelve, gaten of kloven in hare wanden, door welke het water vrij naar binnen treden en zich van cel tot cel bewegen kan. De sterkste vergrooting toont ons die celhuidjes volkomen digt, ofschoon wel zeer dun en fijn. Evenwel moeten de molekulen waaruit zij bestaan openingen tusschen zich in hebben, die voor ons natuurlijk of door kunstige middelen versterkt ziensvermogen onzigtbaar zijn, zoo als wij die in elk organisch vlies bij de beschouwing der endosmose en der imbibitie aannemen moesten. Deze beide verschijnselen van het water nu zijn het welke het ontkiemen van het zaad aanvangen en voortzetten. Legt men eenige erwten of boonen in koud water, dan wordt de gladde buitenste schil na korten tijd door drenking rimpelig, en eerst na nog langeren tijd worden de zaden weder glad en zijn dan ook

iets grooter, dewijl het water door de zaadschil heen in het celweefsel der zaadlobben gedrongen is, welker volkomen vaste voorraad van voedingsstoffen door het water begint opgelost te worden, waardoor de zaadlobben eveneens uitdijen en nu de door imbibitie grooter gewordene schil weder volkomen opvullen. Spoedig echter wordt voor het steeds meer en meer opzwellende zaad de schil te klein, omdat door de oplossing der voedingsstoffen in de zaadlobben en de vergrooting van de wortelkiem door de reeds aangevangene voeding, die deelen steeds meer en meer vergroot worden — de zaadschil splijt of scheurt dan en de wortelkiem, gewoonlijk slechts de kiem geheeten, treedt door de spleet naar buiten, om eene geschikte plaats in den grond op te zoeken.

Zoo wekt en bevrijdt het water de kiem van het zaad die misschien langen tijd, misschien wel duizend jaar en langer, gesluimerd heeft, immers zoo lang blijven vele plantenzaden onder gunstige omstandigheden voor ontkiemen vatbaar. Die gunstige omstandigheden bestaan in eene afsluiting van de afwisseling der temperatuur en der vochtigheid, en bovendien van alle die voorwaarden welke zulke scheikundige processen in het zaad verwekken kunnen waarop het ontkiemen berust. Het is bewezen dat zaadkorrels, die drieduizend jaren lang in de windselen van egyptische mumiën besloten geweest waren, gekiemd hebben en volkomen gezonde en welgevormde planten hebben voortgebragt. Aan den anderen kant zijn er ook planten welker zaden zeer snel hunne kiemkracht verliezen, onder welke vooral die van onzen zwarten beuk en van den eik te rekenen zijn, met welke de boomkweeker groote moeite heeft om hen langer dan tot den eerstvolgenden zaaitijd zoo te bewaren, dat zij voor ontkiemen vatbaar blijven. In het algemeen kan men wel zeggen dat zulke zaden het langst vatbaar om te kiemen blijven, welke, ten gevolge van hunne inwendige zamenstelling, de minste vloeibare of voor vloeibaar worden vatbare stoffen bevatten, en welker bestanddeelen alzoo het gemakkelijkst scheikundig in stilstand blijven. Vooral olierijke zaden verliezen hunne kiemkracht schielijk.

Het ontkiemen der zaden is dus eenvoudig een scheikundig

proces, dat wij bij vele soorten van planten naar willekeur op den eenen of anderen tijd kunnen laten aanvangen. Het wordt, gelijk andere scheikundige processen, dikwijls door verwonderingwekkende krachtsuitingen vergezeld. De getande naden van den schedel des menschen kan men op geene betere wijze uit elkander drijven dan wanneer men de schedelholte door het groot achterhoofdsgat geheel met erwten vult en er vervolgens water ingiet. De kiemende erwten drijven de naden onwederstaanbaar uit elkander. Met een glazen fleschje kan men zich een dergelijk schouwspel gemakkelijk verschaffen.

Nadat het water voor de jonge plant de poorten des levens gewelddadig geopend heeft, blijft het getrouwelijk, haar geheele leven lang, haren leidsman en verzorger van voedsel, dewijl het alle voedingsstoffen in vloeibaren vorm omzet.

Op die wijze nu neemt de plant, door endosmose, eene veel grootere heeveelheid water tot zich dan zij tot de vorming van hare toenemende cellenmassa onmiddellijk noodig heeft. De hoeveelheid van het opgenomene water staat steeds in volkomene verhouding tot de oplosbaarheid van de voor haar noodige vaste stoffen uit het water. Als er ter oplossing van zekere hoeveelheid vaste stof, welke de plant opnemen wil, eene duizendmaal grootere hoeveelheid water gevorderd wordt, dan moet zij noodzakelijk die 1000 deelen water mede opnemen, als zij het eene deel daarin opgeloste vaste stof in bezit nemen wil.

Daar dit opnemen van water door de planten, behalve in den tijd der winterrust, onafgebroken plaats heeft en slechts door den invloed van lucht en warmte gewijzigd wordt, zoo moet de plant dus veel meer water opnemen dan zij in zich behouden kan en voor zich zelve verbruikt. Dat overvloedige water gaat door de bladeren der planten, door verdamping, in de lucht; en reeds de engelsche geleerde STEPHEN HALES [1] een der grondvesters van de wetenschappelijke leer van het leven der plant, mat het door de plant uitgedampte water. Hij bevond dat eene groote plant der

---

[1] Geboren in 1677 te Beelebourn in Kent, gestorven 1761.

bekende zonnebloem, *Helianthus annuus*, door de bladeren, in den tijd van 12 uren, bij dag, 13 pond water uitwasemde. Dit werd door droog, warm weder begunstigd, en door vochtige lucht verminderd; bij nacht bedroeg de verdamping somtijds slechts 2 pond, en was zelfs eenige malen geheel weggebleven. BOUSSINGAULT, die door MOLESCHOTT met regt „den wetenschappelijken oplosser van landhuishoudkundige vraagpunten" genoemd wordt, zegt, dat die verdamping eene levensvoorwaarde voor de plant is, en dat zij sterft zoodra men de verdamping belet.

Slechts een klein gedeelte van het opgenomene water blijft met de daarin opgelost geweest zijnde vaste zelfstandigheden in het weefsel van de plant achter.

Die eigenschap der planten, welke bij onze zes maanden lang met bladeren voorziene boomen een buitengewoon groot gevolg moet hebben, geeft ons ook ten duidelijkste te kennen van hoeveel beteekenis bosschen zijn voor het klimaat van een land.

Het opnemen van water door de wortels der planten is niet ten allen tijde gelijk. Bij onze boomen is het in het begin der lente het sterkst. Het water lost dan de groote voorraad van geassimileerde voedingsstoffen op, welke sedert het vorige jaar in zekere gedeelten van het hout, van het merg, en van de knoppen, als gezolderd lag om stof voor nieuwe vormingen te winnen. Dit noemt men den voorjaars-sapstroom, die zelfs zeer krachtig is. STEPHAN HALES heeft hem het eerst gemeten, en bevonden dat hij de drukking der lucht overwint. Het uit den bodem opgezogene water stijgt in de lange houtcellen van den stam en de takken opwaarts, en wordt daarbij in den beginne slechts weinig veranderd, ten minste water met cochenille rood gekleurd stijgt, zonder die kleur te verliezen, in het hout naar boven. Zoodra de lentewarmte duurzaam tot + 8° R. klimt, begint in sommige boomen b. v. in de eschdoornboomen, doch in andere soorten eerst later, het opstijgen van het voorjaarssap, om op te houden na het uitbotten van de bladeren. Daardoor kan ook de verdamping door de bladeren, die immers dan eerst gevormd moeten worden, niet als de werking van eene pomp om het water op te voeren be-

schouwd worden, zoo als men gemeend heeft. Later, als de boom van bladeren voorzien is, kan echter wel het ontledigd worden der groeijende deelen door de uitwaseming der bladeren, zelfs van de uiterste wortelpuntjes het water opheffen. De kracht welke het voorjaarssap in de hoogte drijft moet dus eene andere zijn, en als zij niet eenvoudig in de haarbuisjes-aantrekking of kapilariteit (bladz. 28) ligt, dan moet men bekennen dat zij ons nog onbekend is.

Men moet echter niet denken dat dit met opgeloste stoffen meer of min bedeelde water, in de plant in eene dergelijke beweging is als die van het bloed in het dier. Daarvoor ontbreekt het der plant vooral aan een zamenhangend vaatstelsel. Bovendien ontbreekt het ons aan een middel om ons van de wezenlijke stroombeweging van het voorjaarssap te overtuigen, want dat er in April, uit de snijvlakte van eene wijngaardrank of van eenen eschdoorntak, voortdurend water druppelt en zelfs in eene tamelijk groote hoeveelheid verzameld kan worden, is nog geen bewijs dat die beweging, dat dringen van het sap naar die plaats, ook voorheen in den nog ongekwetsten tak heeft plaats gehad, en dat die beweging niet slechts blootelijk een gevolg is van het maken der wond. In elk geval kan de stroombeweging van het voorjaarssap geenszins eene rondloopende, maar moet eene eenvoudig van onderen naar boven gerigte zijn.

Dit opstijgende, zoogenaamd ruwe voedingssap dat de wortel uit den grond opgenomen heeft, ondergaat, gelijk wij boven reeds opmerkten, eene steeds toenemende verrijking met die voedingsstoffen, welke in zekeren zin als een reservefonds in bepaalde cellengroepen van den stam in voorraad bewaard werden. Daardoor al meer en meer tot den opbouw van nieuwe vormingen geschikt, komt het sap in de knoppen, voor welke het, onder medewerking van warmte en lucht, eene aansporing tot ontplooijing wordt, en welker zich ontwikkelende bladeren het sap verder bearbeiden. Wij weten reeds dat dit onder uitwaseming van het overtollige water door de bladeren geschiedt. Zoo wordt dus wezenlijk door bemiddeling der bladeren het water uit den grond opgenomen, en bij

zijn stroomen door den stam met den stoffenvoorraad verrijkt, om in vormsap veranderd en omgezet te worden, dat nu bij gewassen met houtigen, voortdurenden stengel, boomen, heesters, enz., aan de binnenvlakte van den bast afgezet wordt, den nieuwen houtring vormt, en tevens voor alle nieuwe vormingen de grondstof levert; zelfs de wortel van eenen boom ontvangt de stof tot zijne verlenging en andere gedaanteverwisselingen uit de takjes van de kruin.

Bij deze hoofdtrekken van de omzwerving van het water door en in de plant, tot welke wij ons hier beperken moeten, melden wij nog slechts dat het water zich in de afzonderlijke cellen, of in sommige celgroepen, in verschillende verhoudingen met andere stoffen vermengt, en zoo de meest verschillende stoffen als inhoud der cellen helpt zamenstellen. Kleurstof, suiker, zetmeel, vette oliën, vlugge oliën, enz., kennen wij alle als produkten der planten, in welke zij niet in groote vergaderplaatsen opgehoopt, maar in afzonderlijke cellen opgesloten zijn, en dan òf in het waterige sap der cellen opgelost zijn, òf er als ondenkbaar kleine korreltjes of druppeltjes in drijven. Bijna alle planten bevatten ook in het celvocht — vooral in den bast van den stam en van de wortelen en in de mergcellen — kristallen van zulke stoffen, die als oplossingen met het water opgenomen geworden zijn, en nu door eene nog niet opgespoorde oorzaak, die echter zonder twijfel wel niets anders dan eene scheikundige verwantschap zijn kan, wederom binnen de cellen als vaste ligchamen afgezet worden. Die meestal naaldvormige, of kleine, stervormige kristallen bestaan gewoonlijk uit zuringzuren kalk.

Beschouwen wij nu de zigtbare werkingen van het water, niet die welke op afzonderlijke planten, maar zulke die op de vruchtbaarheid van den bodem betrekking hebben. Wij kunnen gewoonlijk aan het karakter der planten zien of de bodem en de lucht van eene landstreek vochtig zijn of niet. De rijkdom van atmospherisch water moet door zekere gesteldheid van den bodem ondersteund worden, als de planten aan de geographische en natuurkundige ligging van de plaats zullen beantwoorden. Het is

moeijelijk die gesteldheid van den bodem bepaald en duidelijk te beschrijven. Zij moet uit een delfstoffelijk oogpunt, en ook uit dat wat de hoogte- of laagteligging betreft, het midden houden tusschen twee uitersten. In het eerste geval zijn die uitersten bij uitsluiting zand of leem, in het tweede eene volkomen vlakke ligging of eene sterke helling van den bodem. Als eene landstreek noch een duidelijken zand- of leemgrond heeft, noch eene volkomen horizontale vlakte is, noch een bepaald bergachtig karakter heeft, dan vinden wij op zulk een bodem overal een karakter van het plantenrijk dat zich in wezenlijke zaken volmaakt gelijk blijft. Men zou dat het normale karakter der Flora mogen heeten. Dit belet geenszins dat vele bepaalde, bijzondere, plaatselijke verhoudingen in eene streek sommige soorten van planten kunnen doen ontstaan die aan eene andere streek ontbreken. Maar het normale karakter hangt ook minder af van bepaalde soorten van planten, dan wel van de gezamenlijke planten van een land. Of er b. v. onder de weideplanten van het westen van Duitschland vele zijn die in het oosten van dat land niet aangetroffen worden, is hier niet van belang, maar wel dit of de weiden overal een' algemeen overeenstemmend karakter door den plantengroei vertoonen. Als wij ons in de gedachte op eene weide verplaatsen die uit een landbouwkundig oogpunt goed te heeten is, dan kan die even goed in het bovenste gedeelte van het kanton Thurgau liggen als in het Oldenburgsche digt bij de Noordzee, want wij zullen in den regel uit de planten dier weide niet beoordeelen kunnen op welke van beide plaatsen zij liggen moet. Zoo is het ook met het bosch, met waarden, met bouwgronden, met heuvellanden enz.

Zoodra echter dat slechts negatief te bepalen normale karakter op de eene of andere wijze gestoord wordt, verandert ook het karakter van het plantenrijk belangrijk. Het bekendst is in dit opzigt de invloed van een' zuiveren zandgrond op het laatste. Daar ontbreken alle planten die eene groote behoefte aan water hebben, en in plaats daarvan komen de welbekende z a n d p l a n t e n. De eigenschappen van eenen zandgrond bespraken wij reeds vroeger bij de duinen (bladz. 230). Eene ontginning van uitgestrekte

zandvlakten is slechts met vele onkosten en arbeid mogelijk, waarvan het doel zijn moet om den bodem meer en meer met teelaarde te verrijken, ten einde hem zoo meer geschikt te maken om het nedervallende water langer vast te houden, wijl het anders schielijk door het zand heenloopt en in lager liggende aardlagen verzinkt.

Het tegendeel doet een leem- of kleigrond, hetzij dat hij zelf de oppervlakte vormt, of op geringe diepte onder eenen grond van overigens goede eigenschappen gelegen is. In beide gevallen verhindert hij het water om zich in den bodem te verdeelen, en veroorzaakt, als die bodem vrij effen is, poelen of veenen. Dat deze laatsten door bijzondere planten gekenschetst zijn, hebben wij reeds vroeger bij de veenvorming gezegd (bladz. 233).

Nevens den graad van waterhoudendheid van eenen bodem oefent ook zijne scheikundige natuur, afhankelijk van de geognostische bestanddeelen waaruit hij bestaat, invloed uit op de planten die er op groeijen, en wel deels op hunnen wasdom en hun gedijen, deels op het verschijnen van bijzondere soorten.

Uit het laatste oogpunt heeft Franz Unger de planten verdeeld in standvastige, half zwervende en zwervende, al naar dat zij uitsluitend, of slechts voornamelijk, of eindelijk in 't geheel niet aan eene bepaalde geognostische gesteldheid van den bodem gebonden zijn. Die verdeeling heeft zich echter niet zeer goed kunnen houden, daar er eigenlijk slechts zoutvaste planten zijn, dat is: zulke die slechts wassen op een' sterk zouthoudenden grond, en die vroeger reeds zoutplanten geheeten zijn. De kalkvaste planten schijnen alle meer kalkminnenden te zijn, dat is kalkgrond bij voorkeur te zoeken, maar niet bij uitsluiting op hem te gedijen, dit zelfde is het geval met de gipsvasten, enz.

Voor het oogpunt waaruit wij hier de vroeger geopperde vraag behandelen, is het van belang om te weten in welke mate de verschillende aardsoorten geschikt zijn, om waterdamp uit de lucht op te nemen en te verdigten. De volgende lijst bevat eenige waarnemingen van Schübler:

Op eene uitgestrektheid van 50 □ duimen namen op:

1000 *gr.*	*in* 12	24	48	72 *uren.*		
Kwartszand,	0	0	0	0	gr.	water;
Kalkachtig zand,	2	3	3	3	〃	〃
Gips,	1	1	1	1	〃	〃
Vette leem,	21	26	28	28	〃	〃
Kleiachtige leem,	25	30	34	35	〃	〃
Blaauwe, zuivere leem,	37	42	48	49	〃	〃
Fijne kalk,	26	31	35	35	〃	〃
Fijne talkaarde,	69	76	80	82	〃	〃
Schilferige mergel,	24	29	32	33	〃	〃
Bouwgrond,	16	22	23	23	〃	〃
Tuingrond,	35	45	50	52	〃	〃
Teelaarde,	80	97	110	120	〃	〃

Uit deze lijst zien wij dus de zeer verschillende geschiktheid van de onderscheidene aardsoorten om water te verdigten, en kunnen wij daaruit gemakkelijk den graad van vruchtbaarheid, die daarvan grootendeels afhankelijk is, nagaan. Wij weten dat de aardsoorten in verschillenden graad in water oplosbaar zijn, maar zijn zij in even groote mate onoplosbaar als slecht geschikt om atmospherisch water op te nemen en vast te houden, dan zijn zij daardoor tot bebouwing ongeschikt, zoo als dat b. v. met zuiver kwartszand het geval is.

Vindt men bij eene aardsoort, nevens eene sterke opzuiging van water, tevens een' hoogen graad van vasthouden daarvan, gelijk wij dat beide bij de leem zien, die slechts door sterke verwarming haar watergehalte weder afgeeft, dan moet zulke aarde om eene andere reden voor onvruchtbaar gehouden worden, daar zulke aardsoorten als te „pakkend," te koel, en voor gasvormige voedingsstoffen al te ondoordringbaar zijn.

In eene goede bekendheid met deze verhouding van eenen grond tot het water, naar gelang van de aardsoorten waaruit hij bestaat, is het hooge doel van de landbouwkunde gelegen; eene wetenschap die bij de meeste landbouwers en vooral bij de kleine grondbezitters nog heden geheel onbekend is.

Van groote beteekenis voor de vruchtbaarheid van eenen grond, is de diepte waarop de verschillende werktuigen van den landbouw er in opdringen. Dit heeft de landman, door bijzondere inrigtingen zijner gereedschappen, volkomen in zijne magt. Misschien mag men het voor een onwillekeurig afkeuren van het gewoonlijk te ligte ploegen houden, als menschen, die met den akkerbouw onbekend zijn, zeer verrast plegen te zijn als zij hoorden dat de ploeg meestal niet dieper dan van 3 tot 6 duim indringt, en dat alles wat lager ligt, jaar in jaar uit, onveranderd en als in eeuwige rust blijft liggen. Daarom is het eene groote schrede vooruit geweest, toen er door de landbouwkunde op gewezen werd dat men, natuurlijk de bijzondere aardsoorten in acht nemende, in de eerste plaats trachten moest om den bovengrond dieper los te maken. Bovengrond noemt men die laag van den akker waarin de gereedschappen en de wortelen der planten dringen. Onder den bovengrond ligt dan de ondergrond.

Bij de beantwoording der vraag of het in een gegeven geval aan te raden is dieper te ploegen dan men „van ouds her" — gelijk overal, maar voornamelijk in de landbouwkunde de aartsvijand van den vooruitgang — gewoon is, komt natuurlijk zeer in aanmerking over hoe groote hoeveelheid water de gegevene oppervlakte land gewoonlijk te beschikken heeft. Is die hoeveelheid zeer groot, de ondergrond bovendien leemig en dus geen water doorlatend, dan is natuurlijk een dieper omwoelen aan te raden.

Eene andere vraag, welke daarmede in naauw verband staat, is deze of bij een voorgenomen dieper ploegen dat gedeelte van den ondergrond, dat nu voor het eerst los gemaakt zal worden, tevens aan de oppervlakte gebragt, dan wel op zijne oude plaats blijven en slechts los gewoeld moet worden. In vele gevallen is het laatste het beste, en daarvoor is de ondergrondploeg bijzonder ingerigt.

Uit deze weinige zaken blijkt het reeds voor onze lezers, die met den landbouw onbekend zijn, dat de nieuwere vooruitgangen van die wetenschap vooral invloed gehad hebben op de verbetering der gereedschappen. Ook de onkundige kan het tegenwoordig

wel zien of een landgoed nog in den ouden sleur bearbeid wordt, als hij op het erf den oudmodischen, verweerden en rammelenden ploeg, met de schoffel en de lomp gemaakte egge, het overoude klaverblad ziet vormen.

Wij moeten hier nog eens op de bewatering en op hare tegenpartij de afwatering van den grond terug komen, en wel met het oog op beider zigtbare gevolgen. Reeds vroeger is het gezegd (bladz. 441) dat in niet warme landen het loopende water als een den plantengroei bevorderend middel dienstiger was dan stilstaand water. Zulke weiden, waarover tijdelijk stilstaand water gestuwd wordt, bewijzen toch dat deze regel niet zonder uitzondering is. De heerlijke uitwerkselen van eene dunne laag water die over eene zacht hellende vlakte vloeit, wordt door de zoogenaamde vloeiweiden bewezen, die vooral door den praktischen landbouwer Patzig in gebruik gebragt zijn. Niets is meer in staat om de levenwekkende magt van het water te verkondigen dan het aanleggen eener vloeiweide, gelijk ik dat door den genoemden landman, te Jannowitz in Niederlausitz zag uitvoeren. De bodem wordt eerst in de vereischte glooijing gebragt en vormt dan, als dakpannen tegen elkander liggende, in strijken en vallen, (zie bladz. 351) zeer weinig afglooijende ruggen. Op de een weinig hellende vorst van dit dak vloeit het water door eene kleine greppel, en verspreidt zich vandaar over de bedden. Dit is het wat men kunstvloeijing noemt, terwijl de wilde vloeijing daarin bestaat dat de vlakte, die bewaterd wordt, reeds eene natuurlijke glooijing bezat, zoodat men slechts de bewateringsgreppels behoefde te graven en kleine oneffenheden te slechten.

De bodem dien men in eene vloeiweide veranderen wil, behoeft geenszins reeds met weideplanten bewassen te zijn. Te Jannowitz zag ik op den gereed gemaakten bodem heideplaggen nederleggen, dat zijn afgestokene, met dopheide en andere heideplanten begroeide zoden. Die zoden werden zoo digt mogelijk naast elkander gelegd, en waar het noodig was met houten pennen aan den grond vastgenageld. Als de perken zoo gereed zijn en zij nog de eerste overvloeijing van het water afwachten, gelijken zij volkomen op

den dorsten en onvruchtbaarsten heidegrond. Doch reeds na weinige weken heeft het water daar wonderen gedaan. Uit den heidegrond, die onophoudelijk met water bevloeid en gedrenkt wordt, ontkiemen in korten tijd tallooze kleine grasplantjes, als het zachte dons aan de kin van den knaap. Weldra verbergt een digt grasgewas de stervende heideplanten, die bijzonder schielijk door verrotting opgeruimd worden. Wie aan eene oorspronkelijke vorming gelooft, schrijft het verschijnen van die grasplanten, welke zonder die bevloeijing met water niet verschenen zouden zijn, zonder bedenken toe aan de scheppende kracht van het water, terwijl zij toch slechts uit de zaden ontsproten, welke misschien sedert langen tijd in de zode lagen, en slechts die voorwaarden om te kunnen ontkiemen behoefden, welke hun nu voor het eerst aangeboden werden.

Er is slechts eene geringe helling van den bodem noodig om zelfs op de alleronvruchtbaarste landerijen vloeiweiden te kunnen aanleggen, en zonder twijfel zijn zij een middel om op de spoedigste wijs woeste gronden voor de bebouwing geschikt te maken, die door bemesting en beploegen veel langzamer en niet minder kostbaar tot vruchtopbrengst gebragt zouden moeten worden. Eene dorre heide die tien jaar lang vloeiweide geweest is, heeft een zoo digt grastapijt en daaronder eene zoo dikke laag teelaarde verkregen, dat zij met voordeel omgeploegd en in bouwland veranderd kan worden.

Niet al het water is tot bevloeijing geschikt. Het slechtste is het water uit veenen, maar het meest nadeelige zeker dat waar fabrieken of verwerijen in uitloopen. Dat men vooral den herfst en dus herfstwater tot bevloeijing der weiden verkiest, heeft zonder twijfel zijne oorzaak dat er in dien tijd eene menigte verrottende plantendeelen in aanwezig zijn, en deze werken als mest.

Vóór dat wij het tegendeel der bewatering, de afwatering, beschouwen en met haar het droogleggen, dat misschien hier en daar reeds onheilspellend overdreven uitgeoefend wordt, moeten wij nog eene andere werking van het vlietende water in het bijzonder vermelden, namelijk deze: dat er van zoogenaamde zure

weiden, als men die in vloeiweiden verandert, de zure grasplanten langzamerhand verdwijnen en voor zoete grassen plaats maken. Beide benamingen zijn geenszins een gevolg van een' zoeten of zuren smaak der grassoorten, maar zijn slechts van ouds her zoo in gebruik, misschien wel ontstaan door het gebruik om eene goede of eene bedorvene hoedanigheid van eene spijs, door de woorden zoet of zuur te kennen te geven. De wetenschappelijke aanwijzing van een weinig minder suiker in de zure dan in de zoete grassen, is veel jonger dan die benamingen. Doch beide soorten van planten zijn wetenschappelijk, en wel door eenige zeer in het oog vallende kenteekenen, gemakkelijk van elkander te onderscheiden. De hoofdkenmerken liggen wel in de bloeiwijze, maar eenige onderscheidingsteekenen der stengels of halmen zijn nog duidelijker. De stengel is bij de zoete grassen — wetenschappelijk kortweg grassen, gramineën, geheeten — bijna zonder uitzondering rond en hol en heeft uitstekende knoopen, wat wij aan elken stroohalm zien kunnen; daarentegen is hij bij de zure grassen veelal driekantig, nooit hol en zonder uitstekende knoopen. Wetenschappelijk verdeelt men de zure grassen, ook valsche grassen geheeten, in de beide familiën der cypergrassen, *Cyperaceae*, en der russchen of bloembiezen, *Juncaceae*. Van de laatsten kunnen ons de welbekende biezen tot voorbeelden dienen, terwijl de eersten gemakkelijk te vinden zijn, daar zij aan elken vijverrand, in moerassen en slooten overal groeijen. Zij onderscheiden zich meest door digte bossen van breede, zwaardvormige, driesnijdende bladeren. Het bekende gewone riet, *Arundo phragmites*, dat ook een zeer slecht voedergewas is, behoort evenwel tot de echte grassen.

Volgens Boussingault bezitten de zure grassen een kleiner stikstofgehalte dan de echte grassen, waarin het tusschen 1 en $2/_{44}$ % bedraagt. Misschien ligt daarin, gelijk ook in het groote gehalte aan kiezelzuur in de scherpe bladeren, en in zekeren modderigen reuk en smaak, de reden dat zij niet tot voedergewassen deugen.

Zij groeijen bijzonder gaarne op vochtige, moerassige, of met stilstaand water bedekte standplaatsen, en komen slechts zelden

aan de randen van vlietend water en nog minder op droogc plaatsen voor. Zij vormen niet eene zoo digte zode als de ware grassen, en al is dit bij eenigen het geval, dan mist men toch de hoog bovenuit stekende bloemhalmen, want de bladeren zijn veel langer, terwijl zij digt bijéén staande bossen uitmaken. Bij de zoete grassen is dit juist anders, daar zij in den bloeitijd een fijn bosch van halmen vertoonen, die hoog boven de bladeren uitsteken.

Het is dus wel eene voordeelige uitwerking der bevloeijing met vlietend water, dat daardoor de zure grassen, die stilstaand water verlangen, van eene weide als verjaagd worden.

De ontwatering of afwatering is niet minder dan de bewatering een punt van zorg voor den landman of houtteeler. De noodzakelijkheid daarvan ontstaat, even als van de bewatering, uit den stelregel, die bij elke verbetering van den grond op den voorgrond staat: de juiste maat van vochtigheid aan den grond te verschaffen.

De behoefte tot afwatering vooronderstelt eene gesteldheid van den grond, die wij, kortheidswege, in het algemeen moerassig zullen noemen, hoezeer ook een moeras gewoonlijk in naauweren zin genomen wordt, en men daarbij gewoon is aan eene brijachtige weekheid van den bodem te denken.

Moerassige gronden zijn nadeelig door het beletten van de verwarming, door het verhinderen van het indringen en de verspreiding van gasvormige voedingsstoffen in den grond, en door de ontwikkeling van vrije zuren, die voor het leven der meeste planten nadeelig zijn.

Nevens die beletselen, welke de plantengroei door moerassige gronden ondervindt, zijn uitgestrekte moerassen ook nog nadeelig, doordat zij het klimaat slechter maken en voor de gezondheid schadelijke gassen uitwasemen. Wij weten, dat er door elke verdamping warmte gebonden wordt (bladz. 16), en daardoor hebben streken met uitgestrekte moerassen dikwijls eene veel lagere gemiddelde warmte, dan zij naar hunne geographische ligging hebben moesten. De moorddadige moeraslucht der pontijnsche moerassen is bekend.

Het water, dat een moeras vormt, is van derderlei oorsprong, het is regen- of plaswater, of bronwater, of kwelwater.

Plaswater noemt men het, als het niet uit de lagen der aarde opwelt, maar atmospherisch water (regen- of sneeuwwater) is, dat door den aard van den grond verhinderd wordt dieper door te zinken en dus als „een plas" staan blijft. Moerassen van plaswater staan natuurlijk in een naauw verband met de hoeveelheid van nedervallend atmospherisch water. In zeer droogc jaren verdwijnen zij somtijds geheel, maar nemen ook in zeer natte jaren belangrijk in omvang toe. In vlakke landstreken en in komvormige dalen vindt men zulke moerassen het meest. Somtijds brengt hunne ligging het mede, dat zij bronnen uitvloeijen laten, welke toch uit den aard der zaak meestal hongerbronnen zijn moeten (bladz. 355).

Naar de vroeger besprokene voorwaarden der bronvorming (blz. 351) kunnen wij gemakkelijk nagaan, dat het geval zich voordoen kan, dat de plaatselijke toestand van het welpunt eener bron niet veroorlooft, dat het water als eene beek naar lagere streken afvloeit, maar dat het, rondom door hoogten omringd, zich op eene vlakte of in eenen kuil van den bodem verzamelen, uitbreiden en staan blijven moet, vooral dan als de wateraanvoer der bron grooter is dan de opzuiging van den grond onder den waterplas en het verlies door verdamping van het water zelf. Zoo ontstaan moerassen door bronwater, waarbij toch altijd, gelijk ook bij de vorige en bij de volgende oorzaak van moerasvorming, een niet doorlaten van den ondergrond mede in het spel moet zijn.

Onder kwelwater verstaat men zulk water, dat door zijdelingsche hydrostatische drukking uit eene doorlatende aardlaag naar boven geperst wordt; die drukking moge door een meer, een' vijver of eene rivier uitgeoefend worden. Kwelwater komt er in vlakke landen met zandigen ondergrond, bij hoogen waterstand der rivieren, in de kelders, en dringt vooral op de paden van tuinen die nabij eene rivier liggen, door den bodem heen, zonder dat de waterspiegel der rivier daarom even hoog behoeft te staan als het in de paden geperste water. In zulke streken wordt een gat, dat

in den grond gegraven wordt, weldra met kwelwater gevuld. In den omtrek van Potsdam en Berlijn vindt men vele moerassen door kwelwater gevormd. Hunne oorzaken zijn wel is waar dikwijls tijdelijke, b. v. sneeuw- of zomerwater, maar het moeras blijft toch bij voortduring bestaan, als in het tijdverloop tusschen het werken van die eene oorzaak, het sneeuwwater, en het ontstaan van de andere, het zomerwater, het kwelwater, dat mede het moeras vormt, geen tijd genoeg heeft, om weder te verzinken.

Bij de wegruiming van een moeras moet men handelen, zoo als een verstandig geneeskundige bij het behandelen van een' zieke te werk gaat, dat is, men moet de oorzaak opsporen, welke hier, gelijk wij zoo even gezegd hebben, eene drieledige zijn kan, ofschoon er ook twee dier oorzaken ten gelijken tijde werkzaam zijn kunnen, daar plaswater en bronwater, of kwelwater en plaswater te gelijk aanleiding tot een moeras geven kunnen.

Al is het ook hier de plaats niet, om de regelen van de afwatering uitvoerig te verklaren, zoo kunnen wij toch niet nalaten, op grond van hetgeen wij daarover zoo straks reeds aangevoerd hebben, om te waarschuwen: men overwege wel, of in een gegeven geval te veel water in den grond werkelijk nadeeliger is dan te weinig, wat men door afwatering gemakkelijk te weeg brengen, maar als het eenmaal afgevoerd is, niet zoo gemakkelijk weder aanvoeren kan.

In vele, zoo niet in de meeste gevallen, mag ook hier eene radikaalkuur aan te raden zijn, maar zekerlijk komen er ook gevallen voor, waarin zulk eene een tegenovergesteld lijden en misschien heviger dan het weggenomene verwekken kan.

Daar het water een nimmer rustende wandelaar is, als het in zijnen loop niet verhinderd wordt, zoo is het ter afwatering in de eerste plaats, en bijna zonder iets meer, voldoende om het ruim baan te maken. Dit geschiedt door opene of door onderaardsche kanalen, of door zoogenaamde fontanellen.

Behalve eene naauwkeurige kennis van het verval van de streek die afgewaterd moet worden, heeft men eenige kennis noodig van de wetten van de beweging van het water, in verband met de

gesteldheid van den grond; zonder deze wetenschap kan men somtijds vele vergeefsche onkosten maken, daar de greppels spoedig instorten, of ook kan er door verkeerd ingerigte greppels meer kwaad dan goed gedaan worden.

Door opene greppels of slooten wordt niet slechts somtijds het verkeer op de afwaterende vlakte zeer belemmerd, maar daardoor gaat er ook veel nuttige grond verloren, ongerekend nog de belangrijke en aanhoudende onkosten, die er voor het onderhoud van opene greppels gevorderd worden.

De eerste vraag is: of men het water, dat afgeleid moet worden, aangrijpen zal op het bovenste punt, dat is waar het op het land komt, of wel op het benedenste, dat is waar het, nadat het door den grond heengedrongen is, aankomt en door een plaatselijk beletsel verhinderd wordt om verder weg te vloeijen. Beide maatregelen kunnen door de plaatselijke gesteldheid vereischt worden, waarbij somtijds nog in acht genomen moet worden, of men het afgeleide water niet misschien terstond weder tot bevloeijing van een ander stuk land zou kunnen gebruiken.

Bij de afwateringsslooten zijn vier dingen in acht te nemen; het verval, de doorsnede, de glooijing en de bodem.

Een te sterk verval, dat is een te snel afloopen, is des te nadeeliger voor de slooten, hoe minder stevig en vast de zijwanden en de vlakke bodem zijn, en tevens moet er op gelet worden, dat het verval in overeenstemming zij met den aandrang van het water uit het moeras.

De doorsnede, dat is de ruimte, welke men uit het figuur van de dwarsche doorsnede van de greppel leert kennen, moet overeenkomstig zijn met de hoeveelheid van het bijeenstroomende water, en tevens moet er daarbij op bijzondere gevallen acht geslagen worden, b. v. onweêrsbuijen, het plotseling smelten van groote hoeveelheden sneeuw enz. Als het mogelijk is, moet de greppel niet zoo diep zijn, dat de harde ondergrond bereikt wordt.

De glooijing moet naar den graad van vastheid van den bodem ingerigt zijn. Slechts in zeer vasten kleigrond mogen de wanden loodregt loopen, en overigens des te schuinser hoe losser

de bodem is. In eene sterk glooijende en dus zeer vlak liggende greppel oefent het vlietende water een' schadelijken invloed uit, daar het de greppel dan uitspoelt.

De breedte van den bodem rigt zich eeniglijk naar de hoeveelheid van het afvlietende water; hoe geringer deze is, des te smaller moet de bodem zijn, om het water bijeen te doen blijven en met de minst mogelijke wrijving in beweging te houden.

Als de steilheid van het terrein niet toelaat, om de slooten of greppels het gevorderde langzame verval te geven, dan moet men het te sterke verval overwinnen, door den bodem als het ware met trappen te maken, dat is door verscheidene lange, weinig vervallende afdeelingen, die aan haren benedensten rand het water als een kleine waterval laten afloopen.

De onderaardsche afvoerkanalen zijn of ware greppels of buizen; beide komen hoe langer hoe meer in gebruik, omdat zij geen nuttigen grond kosten, het verkeer niet moeijelijk maken en de groote kosten van onderhoud der opene greppels niet vorderen. Zij moeten diep genoeg aangelegd worden, om voor de drukking der aard- of mestwagens, die er soms over rijden, en voor het ploegijzer beveiligd te zijn. In eene geheel spits uitgegravene greppel legt men overlangs bossen dooreengevlochten stroo of riet, of eene laag van wilgenteenen, daarop eene rij van vlak liggende platte steenen, tegels of klinkers, die aan weêrszijden vast tegen de glooijing aanliggen, opdat de stroo- of teenenlaag los blijve en niet ineengedrukt worde, want in hare tusschenruimten moet het water zonder tegenstuiting voortvlieten kunnen. Vervolgens wordt de greppel geheel met aarde gevuld en met de oppervlakte van het land gelijk gemaakt. Zulk eene onderaardsche greppel komt eenigzins met eene natuurlijke bron overeen.

In onze dagen heeft men, in plaats daarvan, uit Engeland en Schotland het droogleggen, de *underdraining*, der landerijen door middel van droogbuizen ingevoerd. Dit zijn zwakgebakkene leemen buizen, welke men tot lange pijpen aan elkander voegt, en op de vereischte diepte nederlegt. Zoo ontstaat er eene ader in den grond, waardoor het water afgevoerd wordt.

Reeds kort na de eerste invoering van de drooglegging, omstreeks 12 jaar geleden, noemde een beroemd scheikundige haar „eene methodische uitlooging", en het is niet te ontkennen, dat den bodem, door die somtijds als een boom vertakte droogbuizen, eene menigte stoffen onttrokken worden, welke zich uit de aarde in het water opgelost hadden. Tegenwoordig hoort men dan ook hier en daar niet zoo zeer daarover klagen — dat spreekt eigenlijk van zelf — als wel meer over eene te groote uitdrooging van den bodem door het droogleggen. Er is dus wel grond voor de waarschuwing, waarmede ik deze korte mededeelingen over de afwatering van den bodem aanving: dat men de mogelijke gevolgen eener afwatering vooraf wel overwegen moet.

Over de derde wijze, om water af te leiden, door fontanellen, is weinig te zeggen, daar wij die reeds tweemaal beschouwden: eerst bij de veenvorming (bladz. 236), en later bij de zinkputten (bladz. 410), die eigenlijk niets anders dan fontanellen zijn. Zij zijn de eenige hulp als een moeras eene kom vormt, die door hoogten omringd is, al is de bodem zelf ook vlak genoeg, en waaruit het water, dat uit zijnen aard geen klimmer is, dus niet afgeleid kan worden. Ligt er dan onder de niet doorlatende laag eene doorlatende, zoo kan het water door een' diepen put, die tot in de laatste gaat, nog verwijderd worden. Die kuil, de fontanel, wordt dan eerst met grove steenbrokken, en vervolgens met kleine steenen en met aarde gevuld, en het water zakt dan door de kleine tusschenruimten in de diepte weg.

Reeds uit de onderscheiding der grassen in zure en zoete, die door hare botanische kenteekenen zeer gemakkelijk waar te nemen is, laat het zich denken, dat ook in grooteren omvang uit de physionomie van het plantenrijk de graad van vochtigheid der landstreek te bespeuren is. Dit is inderdaad ook zoo, en wel op tweeledige wijze, vooreerst door bepaalde soorten van planten, die aan zekeren graad van vochtigheid van hare standplaats gebonden zijn, en ten tweede door het uitzigt van de planten, die er wassen, haar beter of minder gedijen, de helderheid van haar groen, enz.

Onder de vele verdeelingen van het plantenrijk is er ook eene naar de standplaatsen. De onderscheiding in zoutplanten, zandplanten, moerasplanten, veenplanten (bladz. 233) enz. kennen wij reeds. Verder onderscheidt men rotsplanten, alpenplanten, weideplanten, boschplanten, heideplanten, enz.

Bij al deze heeft LANGETHAL te Jena den gelukkigen inval gehad, om eene klasse van vochtigheidsplanten te voegen. Deze vragen niet zoo zeer naar een bepaald scheikundig karakter van den bodem, waarop zij staan (bladz. 482), maar haar verschijnen is afhankelijk van een' bepaalden graad van vochtigheid van hare standplaats.

Wie de gewone planten, de flora, van zijne woonplaats onderscheiden en noemen kan — eene wetenschap, die toch eindelijk wel eens een bestanddeel van de algemeene beschaving worden zal — die zal op zijne wandelingen, met eenige opmerkzaamheid, met gemak een aantal plantensoorten vinden kunnen, welke onmiskenbaar afhankelijk zijn van den graad van vochtigheid des bodems, zoowel langs den weg als op de weide, in het bosch als in het kreupelhout. De volgende weideplanten zal men in den regel vruchteloos op drooge weiden zoeken: de geele ratel, *Rhinanthus crista galli*, de gemeene oogentroost, *Euphrasia officinalis*, de gewone leeuweklaauw, *Alchemilla vulgaris*, het parelgras, *Melica coerulea*, het gewone sorbenkruid, *Sanguisorba officinalis*, de melkdistel, *Cirsium oleraceum*, de herfsttijdeloos, *Colchicum autumnale*, het duizendguldenkruid, *Erythraea centaurium*, de voorjaarssleutelbloem, *Primula veris*, de rondbladerige wederik, *Lysimachia nummularia*, de varkensvenkel, *Peucedanum silaus*, de dwergeppe, *Meum athamantinum*, het St. Janskruid, *Hypericum dubium*, het kleefkruid, *Galium boreale*, het zwartkoorn, *Melampyrum pratense*, de beemdooijevaarsbek, *Geranium pratense*, de bastaardklaver, *Trifolium hybridum*, het verwers zaagblad, *Serratula tinctoria*, enz.

Weiden, waarop de meeste dezer planten in menigte groeijen, zijn zekerlijk als vochtige, zoo niet als natte weiden te beschou-

wen. Moerassig mag men haar daarom nog niet noemen, want moerassen bezitten andere soorten van planten, die hen kenschetsen.

Aangezien nu nevens, ja misschien wel boven de scheikundige analyse van den grond, de praktische blik van den plantenkenner gewaardeerd wordt, die de waarde van den grond uit een landbouwkundig oogpunt beoordeelen moet; en omdat, nevens scheikundige bestanddeelen ook natuurkundige eigenschappen, de agregatietoestand en de graad van vochtigheid van den bodem, de deugdzaamheid van den grond mede bepalen, zoo verschaft daartoe het kennen van de planten die op zekeren grond van zelf wassen, een niet gering te achten hulpmiddel.

De man van wetenschap laat zich door den glans en den schijn van een nat jaar op een' mageren zandgrond niet bedriegen, want slechts die hem welbekende zandplanten, of, zoo als men haar nog meer beteekend zou mogen noemen: „droogteplanten” wijzigen zijn oordeel.

Daarbij komt dan nog het uitzigt van eene en dezelfde soort van planten op dezen of genen grond. Het groen is op vochtigen bodem gewoonlijk helderder en frisscher, de bloemen zijn kleiner, minder genegen tot het vormen van rijpe zaden, terwijl de bladeren grooter en sappiger zijn. De wortelen zijn in vochtigen grond minder vertakt dan in droogen: iets wat vooral bij de grassen duidelijk is waar te nemen.

Maar de planten wijzen niet de vochtigheid van den grond alleen aan, er is ook eene groote, in soorten rijke klasse van planten die even zoo bepaald den heerschenden graad van vochtigheid der lucht aantoonen. Dit zijn de kortmossen, *Lichenes*, welke — tot schande voor onzen tijd die voor beschaafd wil doorgaan — met hetzelfde regt gewoonlijk mossen geheeten worden, als men kreeften vlinders zou mogen noemen. De korstmossen leven bij uitsluiting van lucht, of liever van den waterdamp die in de lucht verspreid is, en het regenwater dat zich daaruit verdigt, met de vaste stoffen die het bevat. Want hunne aanhechtingsorganen, hechtvezels genaamd, waarmede zij aan boomstammen en takken, op den grond van bosschen en aan steenen

vastzitten, dienen hen niet als voedselaanvoerende wortelen, maar slechts als bevestigingsmiddelen op hunne standplaats. In den heeten zomer verdorren zij dagelijks zoo volkomen, dat men hen gemakkelijk tot stof verwrijven kan; maar elke nachtelijke daauw voorziet hen weder met het noodige vocht, om een leven te kunnen onderhouden, dat in den zomer sluimert om eerst in den vochtigen herfst weder te ontwaken. Met het toenemen der vochtigheid in rotskloven en op boschrijke heuvels neemt het heirleger der korstmossen in gelijke mate toe, en wij vinden dikwijls in vochtige bergbosschen oude pijnboomen met de eerwaardige grijze baarden van het baardkorstmos, *Usnea barbata*, behangen. Daardoor zijn ook vele korstmossen gevoelige hygroskopen, daar reeds eene geringe vochtigheid van de lucht hen week en buigzaam maakt, terwijl zij misschien nog kort te voren hard en breekbaar als glas waren. Als wij op een' gloeijend heeten zomermiddag op eene kale rots in een bergbosch staan, dan knapt en kraakt het onder onze voeten door de uitgedroogde korstmossen, welke den grond dikwijls geheel met hunne groenachtig grijze, op koraal gelijkende bosjes overdekken. De onkundige zou hen voor dood houden, door de droogte gedood, gelijk de nevensstaande plant eener hoogere orde, die werkelijk van dorst gestorven is. Doch gaan wij den volgenden morgen bij het opgaan der zon naar dezelfde plaats, dan kunnen wij onze voetstappen niet hooren, want wij zullen op het weeke en zachte tapijt loopen, waarin de nachtelijke daauw de brooze korstmossen van den vorigen dag weder veranderd heeft.

Bij de beschouwing van het water in betrekking tot het leven van het dier en dus ook van den mensch, kunnen wij nu des te korter zijn, daar ons het laatste meer bekend is dan het leven der plant.

Voor vele dieren, even als voor den mensch, komt het voedsel in onderscheidene vormen voor, naar welke wij het spijs en drank noemen; terwijl wij van de planten, als wij hare behoeften met die der dieren vergelijken willen, eigenlijk zeggen moeten dat zij slechts drinken. Doch dat voedsel der planten leerden wij niet slechts als druipend vloeibaar, maar ook als gasvormig ken-

nen, en dus is daarin een tweede onderscheid tusschen het voedsel der dieren en dat der planten gelegen. Maar dat is geen wezenlijk onderscheid, want ook dieren en menschen nemen gasvormige stoffen op. Die opneming heeten wij, wel is waar, niet voeding: wij geven haar den bijzonderen naam van ademhaling. Evenwel staat de ademhaling minstens met de hoogere werkingen van het dierlijke [1] voedingsproces in een naauw verband, want wij weten dat alle voedsel eerst dan als het tot bloed omgezet is het ligchaam voeden en vernieuwen kan, en dat het bloed eerst dan daarvoor geschikt is, als het in de longen of kieuwen met de zuurstof der ingeademde lucht bedeeld geworden is. Zelfs tot damp overgegaan water, waterdamp, schijnt voor de luchtinademende dieren eene volstrekte levensvoorwaarde, zoo niet in letterlijken zin een voedsel te zijn. In drooge lucht wordt op den duur voor een gezond mensch de ademhaling moeijelijk, en voor lijders aan longziekten is deze in hoogen graad nadeelig en verhaast den doodelijken afloop van hunne ziekte.

Wanneer wij nu bedenken dat geen voedsel terstond tot een nieuw bestanddeel van het dierlijke ligchaam wordt omgezet, maar dat het in allen gevalle eerst bloed moet geworden zijn vóór dat het daartoe geschikt is, en verder bedenken dat het bloed uit 90 procent water bestaat — dan is het natuurlijk dat het water in dezelfde mate voor het leven der dieren onontbeerlijk is als voor dat der planten, en dat het ten minste, zoowel hier als daar, de groote *bemiddelaar der voeding* is.

Wij vragen nog eens: is het water ook voedingsstof?

Een *wezenlijk* bestanddeel van het bloed is het water, al maakt het daarvan het grootste deel uit, in 't geheel niet, want het is geen bestanddeel waardoor het bloed zich van andere vloeistoffen en van de weefsels van het dierlijke ligchaam onderscheidt, immers in die allen komt het eveneens voor. En dus is het water

---

[1] Het is zekerlijk niet noodig te zeggen dat wij, bij de wetten en verschijnselen van het dierlijke leven, ook aan die van ons eigen leven denken moeten, want hier bestaat geen wezenlijk verschil.

geen voedingsstof, want het is niet gelijk aan een nader bestanddeel van het bloed, of gemakkelijk aan zulk een gelijk te maken, en wij weten, dat daarin het wezen van eene voedingsstof bestaat.

Moge dus, streng genomen, het water geene voedingsstof voor de dieren zijn, en scheikundig zuiver water kan het daarom reeds niet zijn, omdat het nimmer in het voedingskanaal van het dierlijke ligchaam geraakt — immers zoo iets komt nergens in de natuur voor — moge het verder daarom geen voedsel zijn, omdat het water in het spijsverteringsproces van het dier niet in zijne beide elementen gescheiden wordt, en dus de bestanddeelen van het ligchaam er ook niet uit gevormd kunnen worden — iets wat in de planten geschiedt, voor welke het water dus eene voedingsstof is — het water heeft toch waarlijk voor het dierlijke leven de eigenschap, die men met den naam van voedend kan bestempelen.

Het water is voeder in denzelfden zin, waarin een vader de voeder van zijn huisgezin is. Het is de bemiddelaar van het leven van het dier, daar het er voedingsstoffen aan verschaft, voedingsstoffen, die het toebereidt. In de lange keten van verschijnselen, waaruit het voedingsproces van het dier bestaat, van het oogenblik af van het intreden van het voedsel in het ligchaam, tot aan dat van het uitwerpen van onbruikbaar gewordene of geblevene stoffen, is geene schakel, waarin het water niet deelt. Laat ons die keten volgen, om een overzigt van die deelneming van het water te verkrijgen.

Daar men in de plant nog geene zenuwen of dergelijke levenswerktuigen gevonden heeft — ofschoon vele planten, gelijk men weet, iets dat op de dierlijke gewaarwording gelijkt vertoonen — zoo mogen wij ook aan de planten het gevoel van honger en dorst niet toekennen, waardoor het dier genoopt wordt om het verlies van ligchaamsdeelen door den toevoer van nieuwe bouwstoffen te vergoeden.

Het gevoel van honger en dorst behoeft geene beschrijving, hoewel ik het er voor houd, dat mijne lezers en lezeressen, even zoo min als ik, het vreeselijke geweld dier gewaarwordingen zullen hebben leeren kennen, die den mensch ten laatste tot eenen kannibaal

maken. Ook hebben wij hier slechts den dorst eenigzins nader te beschouwen. Het gevoel van dorst onderscheidt zich, behalve door het verschil in den stoffelijken toestand van de voorwerpen, naar welke het dorst hebbend ligchaam verlangt, ook daardoor grootelijks van het gevoel van honger, dat men het, ten minste tijdelijk, als het ware bedriegen kan, dewijl eene geringe verkoelende bevochtiging van den achtersten keelwand, het verhemelte en den tongwortel, de kwelling van den dorst voor een' korten tijd doet verminderen. Daar moeten dus ook de zenuwen liggen, waardoor de gewaarwording van den dorst zich aan de hersenen mededeelt. De dorst ontstaat slechts dan, als het ligchaam eeniglijk water en niet ook tevens de vaste stoffen, die er in het ligchaam in opgelost waren, verliest, dus door de huid- en longenuitwaseming. De urineuitscheiding, welke een veel grooter verlies van water veroorzaakt, verwekt echter geenszins dorst; wel doet dit de ons omringende, door groote warmte uitgedroogde lucht, en eene door sterke ligchaamsbeweging versnelde ademhaling, benevens het zweeten aan de oppervlakte des ligchaams. Dit verschijnsel is ook zeer gemakkelijk te verklaren. Door de urineuitscheiding wordt de procentsgewijze zamenstelling der vochten niet gestoord, daar in de urine de vaste bestanddeelen ook naar buiten gevoerd worden, de longen- en huiduitwaseming daarentegen voert eeniglijk water naar buiten, en laat in de weefsels de vaste bestanddeelen, die in het water opgelost waren, terug, op gelijke wijze als uitwasemend zout water het zout achterlaat. Er ontstaat dus eene stoornis in het gehalte der vaste bestanddeelen van de vochten des ligchaams. Die vochten worden door de levensverrigtingen steeds meer en meer geconcentreerd. Dorst is dus een streven om de juiste verhouding in de bestanddeelen der vochten van het dierlijke ligchaam weder te herstellen.

De stoornis dier verhouding openbaart zich vooral in het bloed; de dorst kan ook gelescht worden door onmiddellijk invoeren van water in het bloed, door inspuiting in de aderen. Dit schijnt ook tevens een bewijs te zijn, dat water minder eene eigenlijke voedingsstof dan wel een oplosmiddel, een regelaar der vochtmenging is.

Even als de begeerte naar vast voedsel, zoo is ook die naar vloeibaar voedsel niet eene begeerte naar elke mogelijke stof, die in een van deze beide agregatietoestanden is, maar wel naar stoffen van zekere bepaalde zamenstelling en hoedanigheid, waarbij de reuk- en smaakzenuwen wegwijzers zijn. Het tegendeel van dien geregelden trek naar voedsel is de walging. Tusschen beiden bestaat een' voortdurenden strijd, waarin nu deze, dan gene overwinnaar is. De walging overwint lang den honger en dorst; dit bewijst de omstandigheid, dat wij liever hongerig eene tafel verlaten, die met voedzame, maar duidelijk onzindelijk toebereide spijzen bezet is, dan dat wij er van eten zouden. Maar ten laatste blijven toch honger en dorst overwinnaars en verslaan de walging, ja zij vernietigen zelfs somtijds het zedelijk gevoel en voeren tot kannibalismus.

Zoo lang het bloed in voldoende hoeveelheid en in de vereischte verhoudingen in het ligchaam aanwezig is, ontwaart men noch honger, noch dorst.

Wij weten dat het ligchaam uit de opgenomene voedingsstoffen bloed maakt; dit vermogen gaat echter niet zoo ver, dat het onmiddellijk werken kan, dat is, dat de spijsverterings- of bloedbereidingsorganen bloed maken kunnen uit de scheikundige elementen, waaruit die voedingsstoffen zamengesteld zijn. Dit zamenstellingsvermogen is voor het dierlijke ligchaam te hoog.

Bij de scheikundige zamenstelling van de voedingsstof, die dus buiten het dierlijk organismus moet geschied zijn, is het water de bestendige bemiddelaar.

Maar het is ook de bestendige bemiddelaar van de omzettingen, welke de voedingsstoffen in het ligchaam ondergaan, en daarom ontstaat er na het gebruik van aan vloeistoffen betrekkelijk arme spijzen onvermijdelijk dorst, en is er voor die omzetting in het binnenste des ligchaams geen voorraad van vaste stof meer aanwezig, dan vervalt ook de dorst, want een dier, dat men tot verhongeren toe voedsel onthoudt, versmaadt ook het water.

Daar nu tot de uitvoering der scheikundige omzettingen, waaruit het spijsverteringsproces bestaat, het water het geschikte mid-

del is, zoo is dit ook de noodzakelijkste van alle dranken, en daarom lesschen wij den brandenden dorst het liefst met helder, frisch water. Dat het echter nog iets meer doet dan slechts den dorst lesschen, en dat het ook tevens altijd ons een weinig zoo hoogst noodzakelijk keukenzout schenkt, behoeft geen betoog.

Elke spijs bevat, al is het dikwijls ook nog zoo weinig, water; bij de meeste spijzen is dit echter niet voldoende, om de daarin bevatte voedingsstoffen vloeibaar te kunnen maken, en gevolgelijk is bloedmaking zonder water ondenkbaar, maar even min ook nieuwe vorming en herstelling (voeding in naauweren zin) en afscheiding. Het weldadige element in de duizende kronkelingen zijner rustelooze bezigheid in het levende dierlijke ligchaam te volgen, zou ons hier te ver voeren. Het roept het leven op en onderhoudt het, omdat het de beweging der stof opwekt, welke het leven is.

Het water is ook die stof, welke het gemakkelijkst uit het ligchaam verwijderd wordt, als het in overmaat opgenomen is. Die eigenschap heeft het te danken aan de gemakkelijke wijze waarop het in damp verandert, en als het dat doet, matigt het ten zelfden tijde de warmteontwikkeling.

Wij moeten het water, behalve wat zijne geneeskracht betreft, nog uit een oogpunt beschouwen, waarin het ons in zeker opzigt als levenwekker zal voorkomen.

Als een overgang tot dat wat hierover nog te zeggen valt, herinneren wij aan het ontkiemen van duizendjarige zaden. Waren zij ook in de zwachtels van de mumie niet gestorven, toch sluimerde het leven in hen, als aan den dood gelijk. Het water wekte hen op, daar het er onverstoord geblevene, oplosbare stofverbindingen in vond.

Zien wij in het dierlijke ligchaam naar dergelijke verschijnselen rond, dan vinden wij daarin zulke, die ons des te meer verrassen, daar wij het leven van teedere dieren voor veel gemakkelijker te verstoren houden, dan dat van de steenharde tarwekorrel.

Als er na eene langdurige zomerhitte, welke den bodem van uitgedroogde moerassen en poelen dikwijls gescheurd en verdroogd aan het daglicht brengt, een overvloedige regen valt, welke de harde klonters weder verweekt en met water overgiet, dan eerst ziet men, en dus later dan in vochtige zomers, de voor ons zoo lastige zwermen muggen. Het water heeft hen opgewekt. De mug, *Culex pipiens*, leeft als larve en als pop in het water en slijk van stilstaande wateren, en begint haar vrolijk leven in de lucht eerst in haren volkomen toestand. Dikwijls worden nu de muggen, in den toestand van pop, door eene aanhoudende droogte verrast, en liggen dan dikwerf langen tijd in het volkomen uitgedroogde slijk, zonder te sterven, hoewel zij zulke uiterst teedere wezens zijn. Een doordringende regen is dan genoeg om hen te verlossen. Hetzelfde geschiedt met vele waterdieren, b. v. mosselen en zoetwaterslakken, welke met eene bijzonder kleine hoeveelheid water, ja schijnbaar zonder eenig water, hun leven dikwijls langen tijd rekken moeten.

Doch dit is niets in vergelijking van datgene wat het water voor vele andere dieren doet.

Ingewandswormen, raderdiertjes, azijnaaltjes, en eenige tot de mijten behoorende diertjes worden, als zij volkomen uitgedroogd zijn, in korten tijd door water weder levend, als men zoo zeggen mag, daar men, niettegenstaande den schijn, zulk een dier toch niet voor werkelijk dood houden mag.

Reeds de oude meesters der wetenschappelijke natuurbeschouwing: Leeuwenhoek, Spallanzani, en Bonnet kenden en waardeerden dit verschijnsel, en bevestigden dit feit door zorgvuldige onderzoekingen.

Leeuwenhoek bevond, in 1701, dat raderdiertjes, die hij in het zand vond, hetwelk zich in eene looden dakgoot zijner woning verzameld had, en die met dat zand in de goot verdroogd waren, zich weder begonnen te bewegen, als hij, twee dagen na het verdroogen, er water opgoot, dat vooraf gekookt geworden was, en dus niet verdacht gehouden kon worden, van de zich levend vertoonende diertjes te hebben bevat. Later zag hij ook eenige, langer

dan vijf maanden uitgedroogde raderdiertjes weder levend worden. FONTANA zag in 1781 hetzelfde verschijnsel na eene drooging van 1½ jaar, en SPALLANZANI van 4 jaren. SENNEBIER bevond, dat hij die wisseling tusschen schijndood en leven elf malen met hetzelfde raderdiertje herhalen kon. Weinige minuten waren toereikend, om diertjes, die jaren lang met droog zand in papier bewaard waren, weder levend te maken.

Een klein aaltje, *Anguillula* (van de soort, waartoe de in bedorven azijn en in zuurgeworden stijfselpap levende, bekende azijnen stijfselaaltjes, *A. aceti* en *A. glutinis* behooren) leeft in branderig of roestig graan. Het stijfselaaltje sterft door azijn, maar kan daarentegen, even zoowel als het azijnaaltje, zonder te sterven, bevriezen, terwijl eene geringe warmte beiden doodt. Dat aaltje uit het graan zagen NEEDHAM en BAKER, na maanden- en jarenlange uitdrooging, door bevochtiging weder levend worden. BAKER verhaalt zelfs, dat hij aaltjes weder levend zag worden, die hem 27 jaren vroeger door NEEDHAM toegezonden waren.

Hetzelfde verschijnsel, van weder levend worden door water, vertoonen ook kleine, op watermijten gelijkende diertjes, de tardigraden, welke ook in het zand der dakgooten, en op oude met mos begroeide stroodaken leven, en waarmede SPALLANZANI in 1776 proeven nam. Terwijl het weder levend maken vroeger bij al die diertjes slechts dan gelukte als men hen, te gelijk met het zand en daardoor omhuld, verdroogen liet, is het, in 1842, aan DOYERE ook met onbedekt bewaarde tardigraden, na de volkomenste uitdrooging gelukt. DOYERE droogde hen door kunst — niet slechts in de lucht — boven zwavelzuur en in eene luchtledige ruimte; en dan konden zij ook, zonder hunne geschiktheid om weder levend te worden te verliezen, eene drooge warmte van 108° R. uithouden. Zij stierven echter in water van slechts 39° R. warmte, zonder twijfel omdat daardoor de eiwitstof van hun ligchaam stolde.

Een kleine ingewandsworm, de *Acarus acus*, uit eenen visch, gaf aan den russischen natuuronderzoeker MIRA, te Wilna, gelegenheid tot eene verrassende waarneming. Hij had eene groote

menigte daarvan in laauw water in een vlak bord, op welks rand eenige wormen vastgedroogd en volkomen hard geworden waren, zoodat zij er slechts met moeite afgekrabd konden worden. Als eenige daarvan toevallig nat en weder gewekt werden, toonden zij weder leven, en zelfs werd slechts de helft van hun ligchaam weder levend, als zij slechts voor de helft nat gemaakt waren, en wel onverschillig of dit het hoofd- of het staarteinde was.

Eindelijk vermeld ik hier nog een diertje, welks naam voor iedereen duidelijk genoeg bewijst, dat het hiertoe ook gebragt moet worden, de langlever, *Macrobiotus Hufelandi*, dat tot de tardigraden behoort.

In al deze gevallen, waar zelfs eene volledige uitdrooging de geschiktheid tot weder levend worden niet vernietigde, neemt men, gelijk in het hiervoor gemelde geval, dat zelfs een tijdelijk gebrek aan water waterdieren toch niet doodt, een sluimerend, gebonden, *latent* leven aan, en men houdt dus de volkomen gedroogde dieren niet voor dood.

Dat begrip berust, al strekt men het ook tot de proeven van Doyère uit, noodzakelijk op de vooronderstelling van eene souvereine levenskracht, welke zich in die teedere diertjes tijdelijk ter ruste gelegd heeft, om dan door water — natuurlijk tevens onder den invloed van warmte, lucht, enz. — weder opgewekt te worden. Ik laat het aan anderen over, om dit te begrijpen of niet te begrijpen.

Wat belet ons — ja noodigt niet veeleer alles ons uit? om aan te nemen dat er organismen en levenstijdperken van organismen, zaden, zijn, welker scheikundige menging zóó gesteld is, dat een tijdelijk verlies van het daarin bevatte water niet ook ten zelfden tijde eene verstoring van de geheele menging ten gevolge heeft?

Als wij het leven voor eene beweging der stof houden, zoo als men het er thans hoe langer hoe algemeener voor houdt, dan is eene volkomen drooge zaadkorrel, en een door alle middelen der wetenschap van elk spoor van water beroofde tardigrade even weinig levend als een kristal, en daarmede vervalt ten zelfden

tijde de grens tusschen organisch en anorganisch, tusschen levend en levenloos — slechts het verschil der scheikundige werking, gelegen in de verschillen van de verbinding der elementen, blijft er over.

Nadat wij dus den duur van die geschiktheid om weder levend te worden bij het aaltje na 27 jaren hebben gezien, en nadat wij 3000 jaren lang ontkiembaar geblevene zaadkorrels hebben leeren kennen, is er geen aannemelijke grond om te twijfelen of die duur zal zich tot in het oneindige verlengen, als de toestanden waarin het eene 27 en het andere 3000 jaar zich bevonden hebben, nog langer onveranderd zoo gebleven waren. Er is volstrekt geene kracht, ten minste wij kennen er geene, welke als een tegenbewijs tegen deze stelling aangezien kan worden.

Die dieren waren evenwel gedurende die 27 jaren niet levend, in de gewone beteekenis, zij waren echter ook niet dood in den gewonen zin. De scheikundige werkzaamheid was veeleer in hen, door verwijdering van het water, een harer krachtigste werkers, of geheel of tot op een onwaarneembaar *minimum* gestaakt, en daardoor de stofbeweging afgebroken.

Die kleine diertjes zullen ons nu tot de belangrijkheid van het water ten opzigte van de gezondheid van den mensch voeren, want wij zullen zien dat bronwater dikwijls ongezond is door een buitengewoon groot gehalte aan mikroskopische diertjes en plantjes.

Wie herinnert zich niet de onzalige dwaasheid der onwetende menigte waardoor niet zelden de armen, ten tijde van heerschende ziekten, de rijken beschuldigden, van de bronnen vergiftigd te hebben. Toen de cholera in Duitschland kwam, en hare slagtoffers het meest in de hutten der armoede eischte, geschiedde zoo iets zelfs in onze dagen. Dat die verschrikkelijke beschuldiging wel nooit gegrond geweest is, behoeven wij niet te zeggen. Zij herinnert echter met nadruk dáároan, dat er van den kant der weten-

schap, meer dan er geschiedt, onderzoek gedaan moet worden naar de zuiverheid van het drinkwater, vooral in zulke plaatsen waar ziekten inheemsch, endemisch, zijn of waar heerschende ziekten, epidemieën, ligtelijk eene groote uitbreiding en hevigheid verkrijgen.

Als scheikundige en bovenal mikroskopische onderzoekingen van het drinkwater, welke in den laatsten tijd hier en daar, hoezeer ook nog altijd te zeldzaam, gedaan zijn, getoond hebben dat daarin dikwijls eene onbegrijpelijke volheid van „het kleinste leven," zooals Ehrenberg zich uitdrukt, gevonden wordt, zoo blijft daarnevens toch het vroeger reeds ontkende volksgeloof „dat wij in elken waterdroppel millioenen van infusiediertjes naar binnen slikken" in volle kracht. Het water, dat uit tamelijk diep liggende bronnen of uit goed ingerigte, welgeslotene putten komt, is vrij van zulke levende bijmengsels, en als het dat niet is, dan komt het door eene verontreiniging, welke, op de eene of andere wijze, aan de uitvloeijingsplaats van buiten af heeft plaats gevonden. Maar er komen in groote vlakten dikwijls plaatselijke omstandigheden voor, welke, ook zonder schuld der bewoners, steeds een slecht en in vele gevallen zelfs ongezond drinkwater opleveren. Dit zijn namelijk moerassige streken, in welker wateren de ontwikkeling van infusoriën [1] daardoor zeer begunstigd wordt dat het water even onder de oppervlakte van den grond staat, en daardoor voor het licht, de warmte, de lucht en de organische stoffen der oppervlakte van den grond zeer toegankelijk is; hetgeen de vermeerdering dier kleine wezens zeer begunstigt.

Terwijl de cholera te Breslau heerschte, werden door Ferd. Cohn, thans professor in de botanie te Freiburg, verscheidene bronnen mikroskopisch onderzocht, en vooral op het zorgvuldigst dezulken welker water in die huizen gebruikt werd waarin de ziekte het hevigst woedde. Een scheikundige, de apothecar Müller onderzocht ten gelijken tijde dat water scheikundig.

---

[1] Onder infusoriën verstaan wij hier die kleine, slechts bij eene sterke vergrooting duidelijk zigtbare wezens, welke deels tot het dierenrijk en deels tot het plantenrijk behooren, terwijl men hen vroeger, naar Ehrenberg's bewering, alle voor dieren hield.

Het putwater van zeker huis, waarin de cholera bij uitstek hevig uitgebarsten was, vond Cohn wel is waar tamelijk helder en klaar, maar er zakte een overvloedig bezinksel uit van eene bruinachtige kleur en een vlokkig voorkomen. Dit bleek door het mikroskopisch onderzoek te bestaan uit vermolmde houtsplintertjes, uit een nog onbekend schimmelplantje, uit vlokjes van *Hygrocrocis*, ook eene soort van schimmel, uit wierdraden, uit sporen van paddestoelen, uit vele ware infusiediertjes, van de soorten *Vorticella, Cyclidium, Monas* en *Paramecium*, uit de rhizopodensoorten *Amoeba* en *Actinophrys*, uit raderdiertjes, uit wateraaltjes, uit borstelwormen en eenige andere meer toevallige onreinheden.

Dat was eene geheele wereld van mikroskopische wezens, en nu ontstond vervolgens de vraag: hoe het water er uitzag in zulke straten die van de cholera bevrijd gebleven waren. Dat was zuiver en helder, en er zakte ook geen bezinksel uit. Maar de bodem van een' blikken emmer, die tot scheppen van dit water diende, vond men met eene dunne, slijmige korst, die evenens uit zulke wezens bestond, overdekt. In een ander huis was het water geheel zuiver.

Zou men nu geregtigd zijn aan die inmengselen van het water gezamenlijk, of misschien aan een of eenigen daarvan, de oorzaak der ziekte toe te schrijven? Op zichzelven is er aan de stoffen, waaruit die diertjes en plantjes bestaan, zulk eenen invloed op de gezondheid der menschen niet toe te schrijven; en niet minder spreekt daartegen de omstandigheid dat Hassall al het drinkwater van Londen van dezelfde organismen voorzien vond, en dus de cholera te Londen inheemsch zijn moest, als zij de oorzaak der ziekte waren.

Dat zelfs het meest met organische wezens bezette drinkwater geene ziekte verwekt, daarvan, zegt Cohn, is Schweidnitz een voorbeeld. Daar was al het drinkwater, dat uit de Weisztritz aangevoerd werd, zoo vol van de witte vlokken van eenen waterpaddestoel, de *Leptomitus lacteus*, dat zij de geleibuizen verstopten. In het volgende jaar, 1853, kwam er zulk eene massa van infusoriën bij, dat het bezinksel een derde gedeelte van het water

bedroeg. En niettegenstaande dat kwam er in Schweidnitz geen enkel choleragevål voor, terwijl die ziekte in het slechts 7 mijlen verwijderde Breslau woedde.

Daaruit blijkt dus wel duidelijk dat die organismen, ten minste niet onmiddellijk, tot het ontstaan van deze ziekte bijdragen. Daarentegen is het zeer geloofbaar dat er tusschen beide verschijnsels toch een zamenhang bestaat, en wel deze, dat de aanwezigheid der infusoriën — welke gelijk men weet de voorwaarden tot hun bestaan niet in volkomen zuiver water vinden — bewijst dat het water bedorven is. Maar ook daar tegen schijnt het Schweidnitzer geval te strijden.

Wij moeten dus met COHN gelooven dat die vraag geenszins voldoende beantwoord is, en dat het de pligt der gezondheidspolitie is, niet slechts in tijden van ziekte maar ook in andere tijden, het water, een der belangrijkste levensmiddelen, van tijd tot tijd, als opmerkzame lieden daartoe aanleiding meenen gevonden te hebben, te laten onderzoeken.

Met veel minder twijfel dan in het bovengemelde geval kan het water door **uitwaseming van schadelijke gassen** voor het leven en de gezondheid der menschen gevaarlijk worden. Vele streken der aarde zijn daardoor berucht, en de haard van endemische koortsen geworden.

Doch die koortsen vertoonen zich niet slechts in streken met opene moerassen, maar ook in zulke die slechts tijdelijk, door regenwater of door kwelwater, overstroomd of doortrokken worden, en waar weinig of zelfs geen eigenlijke moerasgassen uitgewasemd worden. Eene voortdurende, ruime bezwangering der lucht met vocht geeft reeds aanleiding tot koortsen. Zelfs kan dit in kleine omtrekken, die rondom door koortsvrije kringen omringd zijn, geschieden, en het is bekend dat bijna elke stad hare koortswijk heeft, misschien ten gevolge van eene vuile gracht, of van den vochtigen bodem waarop de huizen gebouwd zijn.

De uitwasemingen van het water, zelfs al bevatten zij de onmiddellijk schadelijke gassoorten die men kool- zwavel- of phosphorwaterstof heet, worden door de ondervinding bewezen onschadelijk

te zijn, als er zich tusschen de plaats waaruit zij ontstaan, en die welke vóór den wind ligt, al liggen zij ook digt bij elkander, eene strook bosch bevindt, die niet eens breed behoeft te zijn. Terwijl de met die gassen bedeelde lucht door de boomkruinen heenstrijkt, wordt zij daarin, als 't ware, gefiltreerd, daar de gassen in de boomen terug blijven. Het ontbreekt niet aan waarnemingen die bewijzen dat de geringste beschutting, eene rij boomen of een muur, de koortsbesmetting der moeraslucht afweerde. Niet minder is dikwijls een gering verschil in de hoogte van den grond hierop van invloed. De geele koorts, die met moerasdampen in verband staat, reikt op de Antillen niet ligt tot op eene hoogte van 1600 voet. Ook is de warmte bij de koortsuitwasemingen der moerassen van veel belang. Moerassige streken wórden daarom bij het intreden van den vorst gewoonlijk gezond. De geele koorts vertoont zich aan gene zijde van den 44sten breedtegraad slechts nog zeldzaam, en aan gene zijde van den 47sten graad in 't geheel niet meer.

Nevens deze nadeelige uitwerkselen van het water, waarbij het echter meer slechts eene middelbare rol speelt dan wel onmiddellijk werkt, moeten wij, ten besluite van dit hoofdstuk, eene wijze van gebruik van het water niet met stilzwijgen voorbijgaan, in welke men het, als een modeartikel, aan den eenen kant overdreven misbruikt, en aan den anderen kant niet minder eenzijdig diep veracht heeft: ik bedoel het gebruik van het *water als geneesmiddel* of als *gezondheidsmiddel*, als men in die beide zaken geen onderscheid maken wil.

Als gezondheidsmiddel is elk water niet even goed, al is het dat wij ook daarbij, buitendien, niet letten op voorname inmengsels, zoo als keukenzout, koolzuur enz. Sneeuw- en ijswater, gelijk ook regenwater, zijn niet slechts in verhouding zuiverder en armer aan koolzuur dan bronwater, en daarom minder lekker en dorstlesschend, maar zij geven ook, bij langdurig gebruik, tot menige ziekte aanleiding b. v. tot klierziekte, misselijkheid, storingen der

spijsvertering en buikpijn. Desniettemin weet men dat men niet zelden genoodzaakt is om het regenwater in waterbakken als drinkwater te bewaren. Reizigers naar de Poollanden moeten zich niet zelden langen tijd met ijswater behelpen. Men smelt dan het digtste en meest doorschijnende ijs, dewijl er in de poriën van wit ijs nog altijd zout water schuilt. Vóór het gebruik moet men het, als 't mogelijk is, in de opene lucht sterk met roeden slaan, opdat het ten minste een weinig lucht en koolzuur tot zich neme, waarvan gewoon water in een' kubiekvoet 30 tot 50 kubiekduim bevat.

Bronwater is rijker aan koolzuur, maar armer aan lucht dan rivier- regen- of sneeuwwater. Het zuiverste is water dat uit granietrotsen te voorschijn komt. Of de aard van het drinkwater, gelijk men langen tijd geloofd heeft, oorzaak van het cretinismus zij, is nog onzeker. Men zoekt die oorzaak ook in elektrieke toestanden der lucht.

De aanwending van ijs tot het maken van sorbet, en tot de herstelling van bevrozenen schijnt ons toe eene weelde te zijn, terwijl het ijs in heete landen een onontbeerlijk verkoelmiddel der dranken, en daarom een belangrijk handelsartikel is. Het ijs van den Etna is wegens zijne digtheid bijzonder geacht, en wordt naar wijd en zijd vervoerd. In den zachten winter van Perzie wordt het op een vastgestampten vloer, door er alle nachten water over te gieten, zorgvuldig gevormd en dan in kelders bewaard. Parijs verbruikt jaarlijks van 300,000 tot 400,000 centenaars ijs.

Het verzorgen van groote steden met water vordert somtijds eenen zuiveringsarbeid, vooral als het water rijk aan kalk is. De watercompagniën, die Londen met water uit den Teems, de Lea en de New-river voorzien, filtreren jaarlijks 9000 *tons* kalk uit het water.

Gezond drinkwater moet volkomen helder en kleurloos, koud en door zijn koolzuurgehalte verfrisschend, zijn, en eenebepaalde hoeveelheid van aardzouten bezitten; doch daarbij zonder eenigen merkbaren smaak zijn. Een wrange of zoute smaak, of een metaalsmaak verraadt een groot gehalte aan minerale stoffen, een laffe smaak eene te groote armoede aan gassoorten. Wegens

de volkomene oplosbaarheid der in het water gewoonlijk voorkomende zouten is dus eene volkomene helderheid en kleurloosheid op zich zelve nog geen waarborg voor de deugd van een drinkwater.

Zoodra de warmte van het dagelijksche drinkwater minder dan 8 tot 9° R. bedraagt, houdt het op gezond te zijn.

Zekerlijk is het water de eenige volstrekt noodzakelijke drank, behalve misschien de melk der moeder voor den zuigeling; het is dus een der hoofdvereischten voor onze gezondheid.

In de ontwikkelingsjaren moet het, nevens melk, de eenige drank zijn, ten minste moet elke andere drank slechts bij uitzondering gebruikt worden. Buitendien is het, zoo mogelijk, uitsluitend gebruik van goed, gezond water voor sommige gestellen dringend aan te bevelen, vooral voor sanguinische en prikkelbare temperamenten, voor dezulken die tot beroerte, onderbuikziekten en koorts voorbeschikt zijn, en voor allen die behoefte hebben aan eenen gekruiden, prikkelenden kost.

Het gebruik van water is voor een gezond mensch van groot belang, wij hebben dit in de hoofdzaak reeds gezien, doch ook zekere maat moet hierbij in acht genomen worden, die, gelijk bekend is, voor een deel afhangt van de warmte, zoowel van het ligchaam zelf als van wat het omringt. Boven die maat water te drinken, zoo als de waterdrinkers van beroep doen, is noch noodig, noch nuttig, ja stellig voor velen, in verhouding tot hunne levenswijs en ligchaamsgestelheid, bepaald nadeelig.

Hoewel het in dit werk minder te pas komt en ik noch theoretisch, noch praktisch de bekwaamheid heb om uitvoerig en der zake kundig over de watergeneeskunde of *hydrotherapie* te handelen, en ik in geen geval voor de aanwending dier kuur bij een' mijner lezers verantwoordelijk zou willen zijn, zoo geloof ik toch dat eenige opmerkingen over dat teeken des tijds hier gepast zullen zijn, want een teeken des tijds is die overhelling tot waterkuren in zoo verre, als in haar, zoowel als op het gebied van de staatkunde en van de kérk, hetzelfde losmaken van een geloof op gezag van anderen, van een autoriteitsgeloof, dezelfde terugkeer

tot het natuurlijke en verstandige erkend moet worden. Met regt zegt dus C. A. W. Richter [1]. „De waterkuren zijn bij de tegenwoordige hoogte der beschaving het tegendeel van de eenzijdige afdwaling en verwijdering van de eenvoudigheid der natuur; zij staan, in dit opzigt, op gelijken trap met de matigheidsgenootschappen, met het opnemen van de gymnastiek en ligchaamsoefeningen in het opvoedingsstelsel, en met vele andere humane en morele pogingen om de menschheid in het algemeen op te heffen, want zij zijn, op het individu aangewend, de lijnregte tegenstelling van alle oorzaken die het ziek en zwak maken."

Wij zijn nog niet in den tijd gekomen in welken de watergeneeskunde algemeen met onbevooroordeelde en niet vooringenomene oogen beschouwd zal worden. Zulke oogen zijn er nog zeldzaam; de meesten zien door verduisterende of door verhelderende brillen.

Gelijk meestal, zoo ook hier, hebben de vrienden der nieuwe zaak haar meer schade gedaan dan hare vijanden. Zonder hier over het veel of weinig goede der waterkuur te willen oordeelen, moet ik toch opmerken dat de strijd daarover vooreerst rust, nevens den, eerst na Oertel en Priesznitz, geweldig ontbranden strijd tusschen de oude medicijnfleschjesgeneesmethode en de nieuwere, physiologische wijze van zieken te behandelen.

Eerst als die strijd gestreden zal zijn, en, naar vooruit te zien is, ten gunste van de laatste beslist is, dan eerst zal de strijd over het „koude water" beslist worden; want noodzakelijk zal en moet het physiologisch systeem dan het bruikbare daarvan in zich opnemen, nadat het overdrevene er van verwijderd zal geworden zijn.

Overigens behoort niet de uitvinding der watergeneeskunde, maar eeniglijk de stelselmatige uitoefening daarvan, aan onzen tijd. Het is wel te denken, dat volkeren, die nader aan den natuurstaat gebleven zijn, een geneeskundig gebruik van het water maken, en het beroemde gezegde van Pindarus: „het beste is wel het water," doet ons zien, dat in de oudheid de genees-

---

[1] *Die Wasserkuren, u. s. w.* Berlin 1855. S. 198.

krachten van het water niet onbekend geweest zijn. Christian Oertel te Ansbach en Vincent Priesznitz op den Gräfenberg in Silezie worden gewoonlijk, doch ten onregte, voor de uitvinders der waterkuren gehouden. Reeds in 1690 leerde de engelsche geneesheer John Flover de aanwending van koud water, vooral van baden, als geneesmiddel. In zijn voetspoor trad, in 1750, Johann Gottfried von Hahn uit Schweidnitz, wiens lang vergeten geschrift: *Unterricht von Kraft und Wirkung des frisschen Wassers*, Oertel in het jaar 1804 weder aan het licht bragt, en zijne leer daarop grondvestte.

Bij voorraad was het wel te denken, dat de Goliath van de oude school in dezen kamp op leven en dood niet tegen dien nietigen David opgewassen was. Bovendien was die Goliath zich zijner zwakke beenen bewust, en durfde dit toch niet te laten merken aan de Philistijnen, die hij aanvoerde.

Onze tijd is een smeltkroes, waarin zonder onderscheid alles geworpen wordt wat nog geen zuiver metaal is, al is het er ook nog zoo lang voor doorgegaan.

Het is misschien in elken tijd en aan elke plaats, en dus ook hier, van belang om ons het oordeel der openbare meening over de verschillende scholen der geneeskunde te herinneren. Wat is er wel wat meer den grondslag van alle menschelijk bedrijf kan geheeten worden, dan de zorg voor de gezondheid des ligchaams? Die zorg echter, de algemeene zoowel als de bijzondere, ligt onder zulk een vuilnishoop van onwetendheid en verkeerdheid, van slendergeest en onachtzaamheid bedolven, dat zij naauwelijks nog zorg, maar eerder zorgeloosheid verdient genoemd te worden. Over zulk een ding kan van een oordeel der openbare meening eigenlijk in het geheel geene sprake zijn.

Echter schittert er in den diepen nacht van dezen warboel een lichtend punt, dat zelfs door de menigte waargenomen wordt. Ik bedoel, dat de menschen bij die zorgelooze zorg voor de gezondheid toch nog zoo gezond blijven. Hoe komt dat?

De grond daarvan ligt in iets, dat de minsten kennen, en waarvan toch de meesten spreken, zoodat het bijna tot iets onverstaan-

baars geworden is; in iets, dat zoowel het wezen der allopathie, der homoiopathie als der hydropathie is; dat de echte, bescheidenlijk op den achtergrond staande, onbedankt en onbeloond blijvende helper is — de genezende kracht der natuur. Die arme kracht is het mishandelde *factotum*, welks diensten wij eeuwig eischen, maar dat wij zelven eeuwig in den weg loopen.

Is nu het water — hetzij koud of heet — het algemeene geneesmiddel in de hand van de *vis medicatrix naturae*, zoo als de watergeneeskunst voorwendt? Als er zulk een middel is, dan heeft niets meer de waarschijnlijkheid om dat te zijn vóór zich dan het water. Maar dan moet ook de genezende kracht der natuur door zieken en geneeskundigen niet meer mishandeld worden. Zij is het in elk geval die geneest, de geneeskundige kan ten hoogste de verdienste hebben van haren kundigen helper te zijn.

ZEVENDE HOOFDSTUK.

HET WATER ALS WOONPLAATS VAN DIEREN EN PLANTEN.

Waardoor het water geschikt is om tot woonplaats voor dieren en planten te kunnen dienen. Onderscheid tusschen de dieren en planten van het land en die van het water. Verhouding der getallen van beiden. Verschil tusschen planten en dieren der zee en die van het zoete water. Kenschetsende groepen van waterdieren en planten tegenover die van het land. Geographische verspreiding der waterdieren en planten. Hun verschil naar de diepte der zee. Dieren en planten in warme bronnen.

De slijkige grond van eenen vijver bevat misschien meer georganiseerde wezens, dan al het drooge land der aarde.

Aangezien wij, aardbewoners, slechts op het drooge leven kunnen, en ons leven in het water, of liever onder de oppervlakte van het water, onmogelijk voortduren kan, zoo is het geen wonder als wij vragen: waardoor is het water geschikt om tot woonplaats van dieren en planten te dienen? en bij het doen van die vraag kan er getwijfeld worden of men haar zóó stellen moet, gelijk wij zoo even gedaan hebben, dan wel of men vragen moet: waardoor zijn dieren en planten geschikt om in het water te leven? Beide vragen zijn echter verkeerd zoodra de gedachte aan eene zoogenaamde »doelmatige inrigting" er in opgesloten ligt, en dus zoodra zij meer verlangen dan de beantwoording van het eenvoudige »hoe?" Hier, zoowel als overal op het gebied van de wetenschap, stoort het den rustigen, zekeren gang der nasporing, als men aan elk verschijnsel een bepaald doel vastknoopt; dewijl men zoodoende zich zelf eigenmagtig een doel stelt, waarop alle waarnemingen *moeten* uitloopen; en men dan niet meer onbevooroordeeld naspoort, maar slechts datgene zoekt, wat in overeenstemming is met die voorstelling van doel-

matigheid. Zoo lang de natuuronderzoeker werkelijk navorscht, moet hij niet zoeken, maar slechts vinden.

Het water heeft zijne geschiktheid om tot woonplaats van planten en dieren te dienen, vooral te danken aan het groote, hoewel binnen zekere grenzen beperkte vermogen om zekere stoffen op te lossen, daar het die vaste en gasvormige ligchamen in zich opnemen kan. welke eene levensbehoefte zijn voor levende schepselen.

De agregatietoestand van het water, die bij zekere warmtegraden de druipend vloeibare is, en als 't ware tusschen den gasvormigen en den vasten in het midden ligt, maakt het geschikt dat er zich organische wezens in ontwikkelen en bewegen kunnen. Verder is daarbij zijne geringe warmteleiding ook van invloed, en vooral ook zijne optische verhouding.

Doch de eerste dier eigenschappen, die om stoffen op te lossen, kan, als zij namelijk te sterk of ten opzigte van bijzondere stoffen werkt, het water ook tot eene ongeschikte woonplaats voor levende wezens maken. Beken, waarin stoffenverwerijen zich ontlasten, huisvesten gewoonlijk geene dieren; en het organische leven kan aan groote rivieren over wijde uitgestrektheden ontbreken, als zoutbeken er in monden, en wel zoo lang tot dat er weder eene behoorlijke verdunning ontstaan is.

In den inwendigen bouw der waterplanten zijn slechts geringe en over het algemeen niet wezenlijke verschillen met dien der landplanten te ontdekken; iets dat wel het geval is tusschen water- en landdieren. Ook verbinden de waterplanten zich, door eene menigte van trappen in hare behoefte aan water, op zulk eene wijze met de landplanten, dat men moeijelijk eene bepaling maken kan van eene waterplant. Als wij hierbij het denkbeeld waterdier tot maatstaf nemen willen, dan bezitten wij in onze flora weinig echte waterplanten van de hoogere orden; want dan zijn slechts dezulken waterplanten, welke met al hare deelen onder den waterspiegel blijven. En ook die weinigen heffen meestal in den bloeitijd hare bloemen tot boven den waterspiegel op, b. v. de geslachten hoornblad, *Ceratophyllum*, waterduizendblad, *Myriophyllum*, en de onderblijvende soorten van fonteinkruid,

Potamogeton, b. v. *Perispus*. Echte, dat is geheel en al altijd onderblijvende planten, zijn de geslachten *Najas*, *Ruppia*, *Zannichellia*, zeegras, *Zostera*, waterpaardestaart, *Chara*, enz. welke meest zee- en brakwater-planten zijn.

Tusschen deze, in den ruimsten zin des woords, zoogenaamde waterplanten, en het groote getal van zulke die slechts in het slijk van den bodem der wateren wortel schieten, doch zich met hare bovenste deelen boven de oppervlakte van het water verheffen, staat een klein getal, welke men zwemplanten noemen mag; want zij wortelen niet in den bodem der wateren, maar drijven op de oppervlakte, daar zij hare wortelen los in het water hangen laten, en door de luchtstroomen dan ginds dan herwaarts gedreven worden. Als zulke zwemmers is het eendekroos, *Lemna*, bekend, als ook de kikvorschbeet of het duitblad, *Hydrocharis morsus ranae*, welker schoone, ronde, niervormige bladeren vlak op de oppervlakte van het water drijven, terwijl slechts de witte bloemen er boven uitsteken; ook de *Salvinia natans* behoort tot deze. Zelfs de wateraloë of moeras-aloë, *Stratiotes aloïdes*, is eene zwemmende plant, doch hecht zich niet zelden met hare lange adventiefwortelen in het slijk vast.

Eene zeer bijzondere groeiwijze heeft de bekende waternoot, *Trapa natans*. Die groote, met 4 lange, spitse stekels gewapende noot ontkiemt in den slijkgrond, en zendt een' meestal ongetakten stengel, die op een touw gelijkt, tot aan den waterspiegel opwaarts, alwaar, uit zijn verdikt einde, eene fraaije roos van bladeren zich ontwikkelt, die ongeveer zoo groot is als een tafelbord, en in welker midden de kleine witte bloemen staan. Die bladerenroos drijft als een schip op den waterspiegel, en hecht zich met haar anker, de noot, en haren kabel, de stengel, in den bodem vast.

Eene schrede verder van de echte waterplanten staan de waterranonkels, *Ranunculus fluitans* en *Ranunculus aquatilis*, het fonteinkruid met op het water drijvende bladeren, *Potamogeton natans*, de witte en geele plompen, *Nymphaea alba* en *Nenuphar luteum* en eenige anderen. Bij vele van dezen hebben de ondergedokene bladeren eene andere gedaante dan de bovendrijvenden.

Bij al deze waterplanten vindt men een anatomisch verschil met de luchtplanten. Aan de opperhuid vindt men niet die spleten, waardoor de planten, voornamelijk aan de bladorganen, gasvormige stoffen uitwasemen en opnemen. Tegen den algemeenen regel bevinden zich die spleten — zijnde mikroskopisch kleine openingen tusschen twee halfmaansgewijze, naar elkander gebogen cellen der opperhuid — niet op de onderste, maar op de bovenste, naar de lucht heen gekeerde zijde der drijvende bladeren.

Nu komt het ook bij ons niet onbelangrijke getal van zulke waterplanten of oeverplanten, die wel in den bodem onder water wortelen, maar de bovenste deelen van hare stengels en veelal biesachtige bladeren boven water uitsteken. De meesten kunnen verdragen dat het water van hare standplaats zich in drooge tijden terugtrekt, en dat zij aan den oever van vijvers en plassen op het drooge geraken. Maar dan ook wordt gewoonlijk de gedaante harer bladeren zeer veranderd.

De klasse der waterplanten gaat onmerkbaar over in die der moeras- en veenplanten.

Beschouwen wij nu den inwendigen bouw dezer planten, dan vinden wij, zoo als reeds gezegd is, behalve het onderscheid der spleetopeningen, geen wezenlijk verschil, maar wel eenige betrekkelijke verschillen met de landplanten. Vooral de luchtholen en luchtgangen zijn bij de eersten meer ontwikkeld dan bij de laatsten. Eene dwarsche doorsnede van eenen bladsteel of van een blad van vele waterplanten, vertoont een dikwijls onbegrijpelijk schoon gebouw van luchtholen in het celweefsel. In die holligheden worden de gassoorten verzameld, welke bij de scheikundige processen, waaruit het leven der plant zoo wel als het ligchamelijk leven van het dier bestaat, uit het opgenomene voedsel ontwikkeld worden. De groote, zwaardvormige wortelbladeren der lischdodde, *Typha*, van den egelskop, *Sparganium*, van den kalmus, *Acorus calamus*, enz. vertoonen, op eene sneevlakte, welke gemaakt is door middel van met een scherp mes een stuk van de buitenste oppervlakte van het blad weg te nemen, eene rangschikking van talrijke, op dobbelsteenen gelijkende luchtholen, die het voorkomen

van eenen muur hebben, waarvan de holligheden de steenen verbeelden, en het dunne celweefsel den kalk of de voegen voorstelt.

De groote rijkdom van het water der moerassen aan gassoorten is zonder twijfel de reden van die ongewone vorming der luchtholen, welke onder elkander door poreuse tusschenwanden en eindelijk, door de spleetopeningen der opperhuid, onmiddellijk met de lucht in betrekking staan.

Nevens die planten van eene hoogere orde vinden wij een veel aanzienlijker getal van meer onvolkomene plantensoorten als bewoners van het water. Vooral herinneren wij hier aan de vele mossoorten, van welke het bronmos, *Fontinalis*, zijne lange, donkergroene, fraai gebladerde stengels altijd onder water houdt, waar zij door de golven in eene slingerende beweging gehouden worden.

De groote klasse der wieren, *Algae*, is, met zeer weinige uitzonderingen, aan het water verbonden, en zoo wel aan zoet water als aan zeewater. Die meestal heldergroen gekleurde, slijmige dradenbundels, welke wij aan brugstijlen en palen in vele poelen en plassen zien, behooren tot die klasse; als ook het ten onregte zoo genaamde carragheen-mos van de zee. De zeewieren, welke met de meer teedere zoetwaterwieren tot eene klasse behooren, zijn, in overeenstemming met hunne onmeetbare woonplaats, voor een gedeelte van eene buitengewone grootte, en wij vinden bij hen niet slechts de grootsten van alle gewassen, maar ook bovendien de grootsten van alle levende wezens. De krooszee, welke de ongeduldige gezellen van COLUMBUS schrik aanjoeg, bestaat uit eene onbegrijpelijke menigte van wieren, welke door de stroomen der zee van den zeebodem losgereten zijn, en in het middenpunt van den rondloopenden stroom, dien men, gelijk wij bladz. 123 gezien hebben, den »golfstroom" noemt, zamengedreven zijn.

De wieren, zoowel die van het zoete water als die van de zee, bezitten eene zeer eenvoudige inrigting, gelijk in het algemeen de bouw der waterplanten eenvoudiger dan die der landplanten is. De reden daarvan ligt ontwijfelbaar in de omstandigheid, dat er voor haar niet zoo vele voorwaarden tot ontwikkeling bestaan, door welke noodzakelijk de vorm van de levende wezens gewijzigd wordt. Het

water is voor de wieren bij uitsluiting de bemiddelaar van hun leven; terwijl er voor de landplanten eene menigte van verschillende en meer of min van elkander onafhankelijke levensvoorwaarden aanwezig zijn, zoo als aarde, water, lucht, licht, warmte, geographische ligging, enz. Dit alles smelt voor de bewoners van het water als 't ware in één, in het water, dat voor hen alles is.

Bij de waterdieren vinden wij in de organisatie een zeer in 't oog vallend verschil met de landdieren: wij bedoelen het ademhalingsproces, dat in het water anders geschieden moet als in de lucht.

Evenwel is bij sommige echte waterbewoners, dat is bij eenige nooit op het land komende waterdieren, het ademhalingsorgaan slechts tot luchtinademing dienstig. Ook de slangen hebben eene familie die slechts in het water en wel in zee leeft: de zeeslangen, *Hydrini*, welke, gelijk de landslangen, longen hebben, maar, gelijk de krokodil, de neusgaten door klapvliezen sluiten kunnen, zoodat het water niet in de longen komen kan. Maar ook eenige lagere waterdieren vertoonen dezelfde zonderlingheid, namelijk van een ademhalingsorgaan te hebben, dat slecht tot inademen van lucht geschikt is, b. v. velen van onze zoetwaterslakken. Doch in den regel hebben de waterdieren, in plaats van longen, die tot luchtinademing dienen, kieuwen welke het zuurstofgehalte van de lucht, die in het water gemengd is, opzuigen en in het bloed overvoeren, dat in de fijne adertjes der kieuwen stroomt.

Die door longen ademende waterdieren zijn gedwongen om van tijd tot tijd naar den waterspiegel op te stijgen om adem te halen; terwijl die welke door kieuwen ademen dat niet behoeven te doen, en dus in dat opzigt meer volkomene waterdieren zijn dan de eersten.

Wat den algemeenen uiterlijken bouw der waterdieren betreft, zoo is die bij de afzonderlijke klassen zoo buitengemeen verschillend, dat het vergeefsche moeite zijn zou daarin naar de uiting van een doelmatigheids-idee te zoeken, hetwelk als 't ware met voorbedachten rade, hun ligchaam zoo gebouwd heeft, dat het, bij zijne

bewegingen, het water zoo gemakkelijk mogelijk doorklieven kan. Men denke aan de zoo verschillende vormen van de slakken, welker schoone kalkhuizen gewoonlijk met den naam van conchyliën bestempeld worden, aan die der krabben, der zoogenaamde inktvisschen, der zeesterren, der kwallen, der visschen; om die lievelingsgedachte van hem, die zoo gaarne achter den sluijer der natuur tracht te zien, te doen vallen. De onveerkrachtige zamenhang van het water maakte vogelvleugelen ondienstig, en dus bepalen zich de bewegingsorganen der meeste zwemmende waterdieren tot den vinvorm. Op wormen gelijkende waterdieren vinden in de slangsgewijze bewegingen van hun ligchaam vergoeding voor het gebrek aan uitwendige bewegingsorganen.

De digtheid van het water en het niet toelaten van de uitwaseming door de huid oefenen eenen belangrijken invloed uit op den toestand van het ligchaam der waterdieren. Dit laatste is bij velen zoo teeder en broos, en daarbij door eene zoo dunne huid omgeven, dat zulke dieren, op het drooge of in de lucht, door hun eigen gewigt hun dun omhulsel doen barsten, of zij verschrompelen en verdroogen zeer schielijk. Dit is vooral het geval met de zonderlinge dieren die men meduzen of kwallen noemt, en welke men, ter zake van hunnen teederen ligchaamsbouw, met regt de reuzeninfusiedieren van de zee mag noemen.

Als men de kleurenpracht van vele vogels en insekten niet rekent, dan kan men aan de zeedieren — niet aan de zoetwaterdieren — bijna in dezen den voorrang boven de landdieren toekennen, of ten minste staan zij in dit opzigt niet beneden de laatsten. Maar zekerlijk worden de landdieren door waterdieren, en voornamelijk door de zeedieren, overtroffen in de veelheid en verscheidenheid der vormen. Bij de landdieren kan men vier hoofdvormen aannemen: de viervoetige- de vogel- de slang- en de insektvorm. Deze vier hoofdvormen blinken, ondanks menige kleine wijziging, overal duidelijk uit. Twee daarvan, de slang- en insektvorm, vindt men ook bij de waterdieren. Doch bovendien vindt men in het water nog den vischvorm; den weekdiervorm, welke in verscheidene ondervormen, die van de buikpootigen, koppootigen, enz. verdeeld is, en

ook eenige vertegenwoordigers op het land heeft (landslakken); den mosselvorm en den straaldiervorm. Den wormvorm kan men, ondanks het systematisch verschil, niet wel van den slangvorm afscheiden. In den straaldiervorm, waartoe ook de polypen behooren, zien wij eene toenadering tot den hoofdvorm van het dierenrijk, en in diezelfde polypen ook tot dien van het plantenrijk. Al die grondvormen van de waterdieren zijn veelal zoo duidelijk uitgedrukt, dat het gemakkelijk is hen in eene menigte van gemengde en overgangsvormen op te lossen. De vormende natuur toont zich dus in het water veel vrijer en ongebondener dan op het land. Een blik op de afdeeling „zeedieren" van eene zoölogische verzameling toont ons zulks oogenblikkelijk.

Wat de verhouding in de getallen tusschen land- en waterdieren betreft, moeten wij het getal der soorten en dat der individuen onderscheiden. Het getal der individuen in het water is oneindig grooter dan dat der dieren van het drooge, en ofschoon wij de ontelbare diatomeën van moerassen en poelen niet meer, met Ehrenberg, voor dieren houden, zoo blijft er daar toch nog zoo veel van „het kleinste leven" over, hetwelk van eene dierlijke natuur is, dat wij met regt mogen zeggen, dat de slijkige bodem van menigen vijver meer levende wezens bevat dan al het drooge land der aarde, en dus het motto van dit hoofdstuk wel waarheid is.

Bij het getal der soorten van waterdieren, vergeleken met dat van de soorten van landdieren, kunnen wij natuurlijk niet denken aan die, welke er mogelijk bestaan, maar slechts aan die, welke ons tot heden bekend zijn. Zijn er ons van de landdieren nog velen onbekend, dit is nog meer het geval met de water-, vooral met de zeedieren, van welke ons zekerlijk slechts een klein gedeelte bekend is. Daardoor is het zelfs moeijelijk te zeggen, of het getal van de bekende landdieren even zoo staat tot de onbekende, als dit het geval is van de bekende tot de onbekende waterdieren. Waarschijnlijk is dit zoo niet; wij kennen een veel grooter getal van landdieren dan van waterdieren.

De talrijkste klasse van dieren, die der insekten, bewoont voor het grootste deel het land, slechts een klein gedeelte leeft in zoet

water en geen enkel insekt leeft in zee. Deze zoo belangwekkende klasse van dieren staat in eene buitengewoon innige betrekking tot het plantenrijk, met hetwelk zij, in de verschillende, voor levende wezens bewoonbare streken des aardbodems, gelijkelijk toe- en afneemt. Zonder ooit de getallen naauwkeurig te kunnen opgeven, daar elke dag op beider gebied zoo veel nieuws oplevert, stelt men toch het getal der bekende insekten en dat der planten als tamelijk aan elkander gelijk. Dat getal zal tegenwoordig van 90,000 niet ver meer af zijn; een getal alzoo van hetwelk van den kant der insekten geheel niets, en van den kant der bloeijende planten niet veel meer dan niets aan de zee ten deel valt. Het gebrek aan bloeijende planten verklaart dus het gebrek aan insekten in de zee. Wij zullen op deze getalverhoudingen nog eens terug komen bij de vermelding van eenige karakteristieke trekken van de dieren- en plantenwereld van het water, tegenover die van het land.

Vergelijken wij nu de planten en dieren van het zoete water met die van de zee dan ook vinden wij, in meer dan één opzigt, eenige zeer opmerkenswaardige verschillen.

Zoo even hebben wij reeds aangestipt dat het plantenrijk in zeewater slechts zeer weinig hoogere of zigtbaar bloeijende planten bezit, en dat het, integendeel, bijna slechts de wieren alleen zijn, welke daarin in menigte en met menigvuldige vormen voorkomen. Die veelal buitengewoon prachtige en met fraaije kleuren prijkende wieren, welke men de florideën, bloemwieren of purperwieren, wegens hunne schoonheid zoo geheeten, noemt, maken met de op planten gelijkende polypen een' bloemtuin voor Neptunus van een geheel bijzonder karakter, zoo dat men daarbij ten eenen male vergeet aan de planten van het zoete water en van het land te denken.

De zoogenoemde zoutplanten zijn geene eigenlijke zeeplanten. Aan het strand der zee vinden wij wel aan de waterlijn, als de gesteldheid des bodems daarvoor overigens geschikt is, eenen krans

van strandplanten die meestal zoutvast (zie bladz. 481) zijn, maar wij missen een afdalen van de flora in de golven welke de stranden der zee bespoelen, gelijk wij dikwijls aan meren en vijvers de grens tusschen land en water door eenen digten krans van riet en biezen wel aangeduid, maar ook tevens bemanteld vinden. Iets dergelijks zien wij aan het zeestrand slechts aan de monden der rivieren, welker zoet water zich met het zoute water der zee tot zoogenaamd brak water vermengt. Al was ook de scheikundige hoedanigheid van het zeewater voor de hoogere planten niet ongunstig, zoo zou toch de wisseling van eb en vloed eene dergelijke omkransing der zeestranden verhinderen.

De lagunen aan de kusten der zee, die door de uitdamping nog zouter van water zijn, zijn natuurlijk nog minder geschikt om hoogere planten te huisvesten, ja men vindt daarin niet eens wier, en zoo is dus eene tamelijk scherpe grenslijn getrokken tusschen de planten der zee en die van het zoete water.

De wieren, alzoo bijna de eenige planten der zee, vertoonen, ten gevolge van de scheikundige menging van hunne woonplaats, eenige gansch andere bestanddeelen, of wel die bestanddeelen in andere verhoudingen als de land- en zoetwaterplanten, en worden daardoor voor ons ten hoogste belangrijk. Zij zijn rijk aan plantenslijm en aan *pectine*, en daardoor, alsmede door een niet klein gehalte aan stikstofbevattende zelfstandigheden, worden vele wiersoorten tot eene voedzame spijs, b. v. het gevingerde wier, *Laminaria digitata*, en het suikerwier, *L. saccharina*, het zoogenaamde iersche mos, *Chondrus crispus*, enz. Het nuttigen van laatstgenoemd wier kan ons de plaats vervullen van het ingebeelde genot van het eten der chineesche vogelnestjes, die door eene zwaluw, de *Hirundo salangana*, of *esculenta*, gebouwd worden; ofschoon latere onderzoekingen voor de meening, dat die nestjes uit wieren gemaakt worden, niet gunstig zijn. Ook als veevoeder worden de wieren aan vele kusten met voordeel gebruikt. De grootste beteekenis echter heeft deze zeeflora als helpster bij het verzamelen van jodium en bromium. Wij zouden geheele zeeën uitdampen en daartoe geheele bosschen opstoken moeten, om het uiterst weinige, dat het

zeewater van die beide elementen bevat — voor de photographie misschien van nog grooter belang dan voor de heelkunde — te kunnen verkrijgen. De wieren verzamelen die stoffen uit het zeewater, als noodzakelijke bestanddeelen van hun ligchaam, in hunne weefsels, en maken ons zoo de verkrijging daarvan gemakkelijk. Aan de kusten van Normandie wordt tot dit doel veel wier tot *varec* en op de schotsche eilanden tot *kelp* verbruikt.

Dat ontzaggelijk kleine wieren, van welke 40,000 tot 60,000 individuen slechts één kubiekmillimeter uitmaken, de zee over onafzienbare uitgestrektheden bloedrood verwen kunnen, is ons van vroeger bekend (zie bladz. 314). Het tegendeel van die nietige wezens is het meer dan 1500 voet lange blaaswier, *Macrocystis pyrifera.*

Het getal der tot in 1847 bekend gewordene wieren, zoowel van de zee als van het zoete water, bedraagt, volgens Montagne, 2226 soorten in 124 geslachten. Een klein getal, als men denkt aan het vroeger, bij benadering, opgegevene getal der bekende planten, en daarnevens aan den driemaal grooteren omvang van de zee tegenover dien van het vaste land!

Ook op het dierenrijk heeft het zeewater eenen anderen invloed dan het zoete water. Hebben wij gezien dat het zoute water, als 't ware, vereenvoudigend op de plant werkt, bij het dier is het juist omgekeerd, daar de dieren in de zee een grooter verschil van vormen vertoonen dan in het zoete water. Het duidelijkst en aan iedereen bekend is dit bij de waterbewoners bij uitnemendheid, bij de klasse der visschen. Wie kent niet, minstens uit afbeeldingen, eenigen der zonderlingste zeevisschen b. v. den rog, het zeepaardje, den haai, den koffervisch en anderen, en daar tegenover de aan elkander steeds zoo gelijkvormige karpers, snoeken, baarzen, zalmen enz. van het zoete water, dat slechts in de tropische gewesten in zijne visschen een weinig van de strenge vischtype afwijkt. Dalen wij zoo de ladder der dierenwereld meer en meer af, tot aan de steeds minder volkomen georganiseerde dieren, dan vinden wij in de zee een' onmeetbaren rijkdom van verschillende vormen, voor welke dikwijls de verzekering der we-

tenschap noodig is, om hen als dieren te erkennen; terwijl het zoete water aan zulke vormen zeer arm is. In de laagste spheren van het dierlijke leven zijn geheele klassen, welke bij uitsluiting of minstens voor het grootste gedeelte de zee bewonen.

Van de zoo langen tijd verkeerd begrepene klasse der polypen komen er in de zoete wateren van Europa — ergens elders zijn zij nog niet waargenomen — slechts drie, aan soorten arme geslachten voor, *Hydra*, *Halcyonella* en *Plumatella*, welke nergens in grooten getale leven en zeer klein zijn, terwijl men van de rifbouwende koraalpolypen (bladz. 243) bij de 500 soorten kent.

De klasse der zeenetels of kwallen, akalephen, bestaat uit zeedieren, welke bij millioenen het wijde, woeste rijk van NEPTUNUS doorkruisen, en hun phosphorisch licht over de afgronden der wateren verspreiden.

De klasse der stekelhuidigen of echinodermen behoort bij uitsluiting, en die der ringwormen, annulaten, en der schaaldieren, crustaceën, grootendeels in de zee te huis; de tunicaten en eenige orden van de klassen der weekdieren of mollusken, en der schelpdieren of conchiferen, bestaan slechts uit zeedieren.

De kleine klasse der spinnen, arachniden, ontbreekt, behalve eenige kleine watermijten, aan de zee; terwijl in het zoete water, bij ons ten minste, eene soort van spin, de *Argyronecta aquatica* leeft, een der merkwaardigste dieren, dat het wonderbare vermogen heeft van zijne kleine atmospheer met zich mede onder water te nemen, en zoo ook in het water een luchtdier te blijven. Aan de haren of borstels, waarmede het ligchaam dezer spin overdekt is, klevende, omhult onder het water eene als zilver glinsterende luchtblaas het dier, dat zich dus onder water, in den waren zin van het woord, een luchtkasteel bouwt, dat is een luchtdigt, met lucht gevuld, zakvormig weefsel, hetwelk van onderen open is, en door eenige aan den bodem van het water bevestigde draden verhinderd wordt, om naar boven te stijgen.

Dat de klasse der insekten in de zee in 't geheel niet, en integendeel in het zoete water niet onbelangrijk vertegenwoordigd is, hebben wij reeds gezien. Het behoort zekerlijk tot de zonderlingste

eigenschappen van deze aan zonderlingheden zoo rijke klasse van dieren, dat velen van hare leden een deel van hun leven in het gezelschap der visschen als waterdieren doorbrengen, en met alle voorwaarden tot een leven in het water begiftigd zijn, en in een ander deel van hun leven, met eene volkomene verandering van hun organismus, als luchtdieren zich met de zwermen der vogelen vermengen. Dit is b. v. bekend van de schoone, ligtvleugelige libellen, die, als volkomene dieren, het water als een voor hen doodelijk element schuwen moeten, en toch op den slijkigen grond, als leelijke ongevleugelde schepsels, eenen tijd lang tragelijk rondgekropen hebben.

De visschen, de spreekwoordelijke waterbewoners, verdeelen zich in de zee en het zoete water ten voordeele van het laatste, als men in acht neemt dat voor de zoo groote zee eigenlijk een veel grooter deel der klasse bestemd moest zijn dan drie vierden, welke in haar te huis behooren. „Als een visch in het water" zeggen wij om eene volkomene gezondheid of het gevoel van welzijn uit te drukken, en geene andere dieren kunnen, gelijk vele visschen, even zoo goed in zoet als in zout water leven. Op het land houden weinigen het echter uit, ofschoon men daarvan voorbeelden heeft, behalve dat van den in dit opzigt zoo beroemden aal.

De kruipende dieren, reptiliën, zijn in beide waterrijken, gelijk bovendien de geheele klasse eene der minst talrijken is, niet even talrijk. Behalve de reeds vermelde zeeslangen zijn er, van de vier orden dezer door het menschelijk geslacht verafschuwde klasse, slechts nog eenige schildpadden zeebewoners, terwijl in zoet water ook hagedissen, krokodillen, en kikvorschen leven.

De vogels, die zangerige, vrolijke lievelingen van alle menschen, hebben, wel is waar, zoo veel als eenig dier behoefte aan water, en vlieden streken zonder water, maar geen vogel kan een waterdier genoemd worden, welke goede zwemmers en duikers velen ook zijn mogen. Juist de zoogenaamde watervogels, van welke sommigen hun nest, op den waterspiegel drijvende, tusschen rietstengels bouwen en de slechtste vliegers, ja sommigen tot vliegen geheel niet in staat zijn — juist zij zijn in zekere mate voor het

natmakende element beveiligd en beschermd, want wie heeft niet van de trotsche zwaan de waterdruppels als parelen van haar sneeuwwit kleed zien afdruppelen zonder het nat te maken, als zij zich in de koele wateren gedompeld had? Gewis ook daarin ligt eene oorzaak van onze voorliefde voor de vogelen dat zij, zoo als geen ander dier dat vermag, met de bevalligste bewegingen rondvladderen en rondhuppelen, ja zich als te huis gevoelen in de drie rijken waarin de dieren leven: in het water, in de lucht en op de aarde. Daardoor ook is geen van drieën een beletsel voor den reislust van de vogelen. De verwonderde zeeman ziet den albatros en andere vliegers bij uitnemendheid midden op de ruime zee rondom zijne masten zweven, hij ziet hoe zij op de golven uitrusten, en zoo al zwemmende en vliegende hunnen togt volbrengen.

Wij mogen eenige vogelen in zoo verre waterdieren heeten als het water, namelijk de zee, voor hen de eenige bron van voedsel is. Dit zijn vooral de vogelen van het hooge noorden, die van de naakte, dorre rotsen en klippen, welke uit de zee oprijzen, niets meer eischen dan een plaatsje om op eenige uit hunne borst geplukte vederen een paar eijeren te leggen, waar zij toch voor de begeerige hand des menschen nog niet veilig zijn.

De zoogdieren, eindelijk, bezitten in de walvisschen van de zee eenen, ook aan het zoete water niet geheel ontbrekenden vischvorm, die zich in de robben en walrussen volkomen met de landzoogdieren verbindt. In het zoete water mogen wij den otter, den bever, de waterspitsmuis, de waterrat en eenige anderen nog minder als waterdieren beschouwen, daar ook zij slechts lucht inademen kunnen, en, als elk ander luchtdier, in het water verstikken.

Noemden wij boven den invloed van het zeewater, in tegenstelling met den vereenvoudigenden invloed van het zoete water, zulk eenen welke eene groote verscheidenheid der vormen verwekt, zoo moeten wij hier nu nog daarbij voegen dat het zeewater zijnen invloed ook als de schoonheid van de gedaante, van de stof en van de kleur bevorderende, vertoont. De meeste zoetwaterdieren, welke naastbestaanden in de zee hebben, staan bij die laatsten hierin verre ten achteren.

men gansche dofbruin gekleurde bosschen van wier van groote uitgestrektheid, als bruine wolken op den zeespiegel vormen, wijl het aan vele wiersoorten eigen is gezellig te wassen, en geene andere planten tusschen zich te laten opkomen. Bij zoo iets erkent ook hij die voor het eerst van zijn leven wier ziet, terstond eene bijzondere plantengroep. Zonder die wieren te rekenen welke de grootste gelijkheid hebben met op planten gelijkende polypenstokken, wijken ook zulke wieren die het groen en de bladeren van zigtbaar bloeijende planten nabootsen, toch zeer verre van alle land- en zoetwaterplanten af, door het ontbreken van bloemen, door vruchtvormingen, welke de onkundige voor bloemen houdt, en door het perkamentachtig, slijmig uitzigt der geheele massa.

Het zoölogisch karakter van het water ligt natuurlijk boven alles en zonder tegenspraak in de klasse der visschen; en het zoete water vertoont, behalve in die dieren, ook nog eenigzins in de schelpdieren een' tweeden karaktertrek. Het getal der schaaldieren is in het zoete water veel te gering om hier in aanmerking te komen.

Daarentegen ontbreekt het aan het dierenrijk van de zee geenszins aan talrijke eigenaardigheden. Vangen wij hiermede wederom van onderen af aan, dan erkennen wij in de polypen en vooral in de koraalvormenden, die natuurlijk na de visschen verre de meesten zijn, — den eersten bijna uitsluitenden karaktertrek der zeedieren. Als de wieren de bosschen van den grond der zee zijn, dan zijn de polypen zijne tuinen. Het zijn in onze europeesche zeeën vooral de zeeanemonen, actiniën, welke, niet ongelijk aan bloeijende asters en met de schitterendste kleuren prijkende, de ruwe kruin der klippen onder den waterspiegel met bloemen versieren. De koraalpolypen zijn steeds zeer klein, maar verspreiden, door hunne menigte, toch hunne schoone kleuren over den geheelen polypenstok, welks kalkmassa zelve dikwijls eene levendige kleurschakering vertoont. De geologische belangrijkheid dezer langen tijd zoo raadselachtig geblevene wezens is ons bekend (bladz. 238). Zij dient ons thans nog als eene maat om den tijd te leeren kennen, die er noodig geweest is om zulke ontzettende

koraalriffen op te bouwen. Men vond namelijk eenige verlorene ankers weder terug; een daarvan had 40 en een ander 85 jaar op den grond der zee, op eene voor den koraalbouw gunstige diepte van 15 en 132 voet gelegen, en toch waren zij slechts door eene dunne koraallaag overtrokken.

Na de polypen komen, als karaktertrek, de kwallen of zeenetels, akalephen, die wij vroeger reeds de reuzen-infusiedieren der zee geheeten hebben, in aanmerking. De uitwendige gedaante dezer dieren gelijkt bij het eene op een gesteelden paddestoel, bij het andere op een komkommer, of zelfs op een fladderend lint; dan eens meent men eene kunstige, met kwasten versierde draperie, of eene kokarde met franjes, of eenen uit eene doorschijnende gelei bestaanden dobbelsteen te zien, maar altijd is het eene zachte, teedere, geleiachtige stof waaruit die zonderlinge schepsels bestaan, die dikwijls met de prachtigste kleuren prijken. MEYEN zegt van een dezer dieren: „wel zelden zal een zeeman door de tropische zeeën zeilen, zonder eene caravella, *Physalia caravella*, te vangen en er zich de handen aan te branden.” De kwallen, ook medusen geheeten, hebben namelijk ook den naam van zeenetelen verkregen door hunne eigenschap om op de huid, gelijk de brandnetelen, eene brandende maar veel hevigere pijn te veroorzaken. MEYEN verhaalt een geval dat een jonge matroos, om wiens naakte lijf eene caravella hare lange sprieten geslingerd had, eene ijlende koorts kreeg en bijna gestorven was.

De klasse der akalephen is voor ons niet slechts belangrijk als karaktertrek van de zee, maar ook daarom omdat de overgroote verscheidenheid van vormen, waarin het leven zich vertoont, in geene enkele klasse van dieren zoo rijk is als in deze. De vormen dezer dieren verschillen zoo onbeschrijfelijk veel van de diervormen die wij dagelijks voor oogen hebben, dat het bij velen onmogelijk wordt die te beschrijven, en dat men bijna weigert hen als dierlijke wezens te erkennen.

Voorheen werden met die medusen eenige dieren, welke nu tot de polypen gerekend worden, de vroeger vermelde actiniën, en ook de nu volgende zeesterren of stekelhuidigen, echinodermen, te

zamen tot ééne klasse, die der straaldieren, radiaten, gebragt, dewijl bij de meesten van deze dieren eene schikking der ligchaamsdeelen als van een algemeen middenpunt uitgaande, te bespeuren is. De zeeëgels en zeesterren, welke thans als echinodermen eene afzonderlijke klasse vormen, behooren eveneens bij uitsluiting in de zee, en geven dus ook eenen karaktertrek aan het beeld van het dierenrijk der zee. Terwijl men wegens hunne teederheid de kwallen in geenen deele in verzamelingen bewaren kan, zijn daarentegen de met eene kalkachtige schaal bedekte zeeëgels enz. aan onze lezers ongetwijfeld genoegzaam uit verzamelingen bekend.

De reeds genoemde ringwormen, de schelpdieren en de weekdieren hebben wij niet als zeebewoners bij uitnemendheid, maar als zulken vermeld die in de zee hun hoogste punt bereiken. Alle drie krijgen in de zee eene toename van familiën en orden, welke van het zoete water en het land, in hoe groot getal zij ook op het laatste leven, afgetrokken moeten worden, en men kan zeggen dat zij eerst in zee regt te huis zijn.

De ringwormen hebben in het zoete water, behalve de groote orde der setigeren, slechts den regenworm en eenige aan hem verwante geslachten; terwijl deze orde van dieren in de zee zoo ontwikkeld is, dat men geneigd zou zijn daarin een karaktertrek van de fauna der zee te zien. Vele wormen van deze orde bouwen zich, gelijk de slakken, uit eene door hen afgescheidene kalkmassa, of uit zandkorrels, steentjes en kleine slakkehuisjes, pijpvormige woningen.

De weekdieren, slakken genaamd, welke in onze zoete wateren en op het land volgens eene zoo overeenstemmende type gebouwd zijn, nemen in de zee zulke zonderlinge vormen van het dier en zulke kunstig gebouwde huizen aan, dat men ook hierin een bewijs zien kan, hoeveel vrijer de vormen zich in de zee ontwikkelen dan in het zoete water en op het land. Vooral behoort tot deze, in soorten zoo buitengewoon rijke klasse, de orde der koppootigen, kephalopoden, welke men, volgens een oud gebruik, nog hier en daar „inktvisschen" hoort noemen. Het overblijfsel van hun kalkgeraamte — dat in deze orde slechts bij de *Sepia officinalis* en eenige

weinige andere soorten zoo volkomen gevormd wordt — is ons allen als zeeschuim, *os sepiae,* bekend. De geheele orde is overigens, in ons tegenwoordig tijdvak der aarde, tot een klein getal van geslachten en soorten versmolten, terwijl zij in vroegere tijdvakken de zee met eene ontzettende menigte en verscheidenheid van vormen bevolkten. Wij vinden in de lagen der oudste, en nog meer in die der middenste formatiën, de versteende overblijfselen van vele honderden van ten onder gegane koppootigen, welke ons bewijzen dat die ook thans nog zoo zonderlinge diergroep, voorheen in nog hoogeren graad zonderling van gedaante geweest is.

Dat is ook het geval met eene orde der weekdieren, welke men de armpootigen, brachiopoden, noemt, van welke in onze tegenwoordige zee ook nog slechts sommige, weinig talrijke overblijfsels aanwezig zijn, terwijl zij in de oudste lagen in groote menigte gevonden worden. De armpootigen ontbreken in het zoete water geheel, en zoo ook de kleine orde der vleugel- of vinpootigen, pteropoden, welke echter ook nog niet in versteenden toestand aangetroffen is.

Kunnen wij ook de schaaldieren of crustaceën niet als een bijzonder eigendom van de zee beschouwen, zoo heeft toch deze klasse van dieren eene hoogst merkwaardige orde, die langen tijd systematisch miskend gebleven is. Dit zijn de sprietpootigen, cirripoden, welker kreeftachtige natuur misschien slechts daarom niet erkend geworden is, omdat die zonderlinge dieren kalkhuizen bewonen, gelijk de slakken en oesters; met welker huizen die der sprietpootigen ook langen tijd in verzamelingen vermengd geworden zijn. Die meer of min kegelvormige huizen bestaan uit verscheidene stukken, en zitten steeds aan andere voorwerpen vast. Zoo vindt men die b. v. zeer dikwijls op oesterschelpen. Daar de huizen van de grootste soorten dezer dieren door kleur en gedaante eenige gelijkheid met bloembollen hebben, noemt men hen zeetulpen. Andere heeten zeepokken, wijl zij zich, b. v. *Coronula diadema* en *Tubicinella balaenarum,* op de huid van walvisschen vastzetten.

Dat de insekten aan de zee ontbreken, en de weinige zeeslan-

gen [1] aan de dierenwereld der zee niets kenschetsends geven, is reeds gezegd. Daarentegen ondergaat de type der zoogdieren, die vooral op het land behoort, in de zee eene zoo groote verandering en wijziging dat daardoor de fauna der zee ten hoogste gekarakteriseerd wordt, en dit wel des te meer omdat de grootste zoogdieren onder de zeezoogdieren gevonden worden. Zij staan op den laagsten trap van de zoogdieren en worden in twee orden verdeeld, die der walvisschen, cetaceën, en die der robben of vinvoetigen, pinnipeden. Nevens den algemeenen vischvorm, die echter bij de ware robben reeds zeer verdwijnt, hebben zij slechts dit met elkander gemeen dat, in overeenstemming met het element waarin zij leven, hunne pooten in vinnen veranderd zijn, van welke de walvisschen slechts vóórvinnen en somtijds nog eene op den rug, de robben vóór en achtervinnen bezitten. Buitendien hebben de walvisschen nog eene staartvin, welke horizontaal, en niet, zoo als bij de visschen, perpendiculair staat. Al is er ook in de natuurlijke historie dezer dieren veel wat nog niet nagespoord is, en al is er denkelijk nog menige soort niet bekend, zoo zijn zij toch bekend genoeg om te kunnen stellen dat zij, van de walvisschen tot aan de ware robben, eene rij van dieren vormen die steeds meer en meer tot de landzoogdieren nadert. Ja zelfs de laatsten, de robben, sluiten zich digter aan hoogere diervormen aan, dan de boven hen geplaatste dikhuidige zoogdieren, olifant, neushoorndier, tapir, enz., en wel ten gevolge van hun hooger ontwikkeld gebit. Men kan alzoo in dit opzigt, en ook daarin dat de robben gaarne aan land gaan, zeggen dat er in de rij der zeezoogdieren een streven plaats heeft, om het zoogdier van een leven in het water, tot een leven op het land te verheffen.

Laat ons, na deze schets van de waterdieren en waterplanten, eenen blik werpen op hunne geograpische verspreiding en op de verschillende diepten welke zij bewonen.

[1] Dat de groote zeeslang *par excellence*, en ook de kraak tot de sprookjes behooren, behoeft voor onze lezers zekerlijk geen betoog.

Er is eene natuurwet die zoo noodzakelijk is, dat men, zonder daarover in 't bijzonder nagedacht te hebben, van haar bestaan en hare uitwerkselen overtuigd is; wij bedoelen deze, dat hoe verder wij van den aequator naar de polen opklimmen, wij des te meer het dieren- en plantenrijk in elk opzigt afnemen en als 't ware verdwijnen zien.

Wij moeten nu vragen of dat verminderen in het water en op het land in gelijke mate plaats heeft; of b. v. het dierenrijk, van de portugeesche tot de noorsche kust, op het land even zoo veel verliest, als op denzelfden afstand in de zee, of omgekeerd. Die vraag is gemakkelijk te beantwoorden als wij bedenken dat in het hooge noorden het land, bijna het geheele jaar lang, in ijs en sneeuw als verstijfd daar heen ligt, en de korte zomer eene slechts kleine levenwekkende magt ontwikkelen kan; terwijl de zee onder haar ijskleed voortdurend warmte genoeg behoudt, om voor vele dieren en planten het leven mogelijk te maken. Dit onderscheid schijnt aan de zuidpool nog grooter te zijn. Wij weten dat de golfstroom zijne warme golven tot naar het hooge noorden opstuwt, van welke warmte de kustlanden ook wel hun aandeel krijgen, doch tevens minder goed behouden kunnen dan het water, dat een slechte warmteleider is. Daaruit mag men besluiten dat de zee aan de pool minder arm aan leven zijn moet dan het land.

Zoo als het daar is met de zee, is het ook met het zoete water het geval, daar het de waterplanten zijn die in het noorden zelfs het meest woeste winterlandschap somtijds versieren, namelijk als de wateren door eene betrekkelijk warme bron gevoed worden. Deze behoeft daarom geene hooge temperatuur te bezitten, en zou ons in den zomer nog als eene zeer frissche en koele bron voorkomen, daar zij slechts + 8 tot 10° R. bezit; doch daardoor wordt zij toch bij haar te voorschijn komen uit de aarde, en zelfs in haren loop nog zekeren afstand ver, voor bevriezen beveiligd. Zulke verschijnselen zijn daar, vooral in de bergen die als voorgebergten in zee uitsteken, niet zeldzaam. Kleine beken trekken daar dikwijls als groene strepen over de digtbesneeuwde vlakte, of

ronde, groene vlakken bewijzen, midden in de sneeuw, de magt van het met eenige warmtegraden gewapende water tegenover die van den winter. Daarom vindt men in de poollanden naar verhouding veel waterplanten, of ten minste moerasplanten, en moerassen en veenen zijn in het hooge noorden vrij talrijk.

Die eigenschap van het zoete water aan de polen vertoont zich ook even werkzaam op belangrijke hoogten, dat is: op hooge bergen is het water eveneens de bemiddelaar tot een hooger opstijgen van het organische leven. Daarbij schijnt er toch een wezenlijk onderscheid tusschen bergijsbeken en ware bronbeken te bestaan. Het water der eersten oefent geen begunstigenden invloed op het planten- en dierenrijk uit, iets dat minder in den warmtegraad dan wel in andere eigenschappen van het bergijswater schijnt te liggen. Daarentegen roept elke alpenbron een' rijkeren plantengroei op, en verwekt op kleine vlakten, waarover haar water vloeit, moerassen, waarin mossoorten eene groote rol spelen.

Rigten wij onze opmerkzaamheid op de planten en dieren die in het zoete water van midden-Europa leven, dan zien wij dat daarin, tot aan de zuidelijke grens van dat werelddeel, niet zoo veel onderscheid bestaat als op het land. In Spanje vindt men, nevens eenige meer zuidelijke planten, in de binnenwateren en meren ongeveer dezelfde planten en dieren als in de wateren van Duitschland.

Ook de meren van het noorden van Europa zijn even zoo vol waterplanten als het prachtige meer Albufera bij Valencia, waar men in een bootje dan eens door riet en biezen vaart, en dan weder op den breeden waterspiegel, naauwelijks twee voet beneden zich, een groen tapijt ziet van fijne waterpaardestaarten, *Chara*, en fonteinkruiden, *Pomatogeton*. Maar wat men daar in het zuiden ziet en dat aan ons kouder noorden ontbreekt, zijn de wiersoorten die de rijstvelden, welke slechts eenige duimen hoog onder water staan, met een kleed van geelachtig groen fluweel bedekken, waaruit de teedere, donkergroene, grasachtige bladeren van de rijstplanten zich verheffen.

Hoe verder wij naar den aequator voorttrekken, des te meer

zal toch het onderscheid der zoetwaterplanten en dieren toenemen. Doch er moet daar iets zijn dat, in zekere mate, een beletsel voor die toeneming zijn moet. Wij bedoelen dat in heete streken het der waterplanten dikwijls aan de gelegenheid ontbreken moet, welke zij in een gematigd klimaat hebben, om zich behoorlijk te kunnen ontwikkelen; vooreerst door de scherpe afscheiding van den regentijd en den droogen tijd, en ten tweede door de hitte, die de kleinere gewassen sneller moet doen verdroogen. Echter zal toch in vele gevallen die nadeelige invloed onschadelijk gemaakt worden, door dat de zaden en wortelen van vele waterplanten het drooge jaargetijde in den kurkdroogen bodem kunnen doorbrengen, zonder te sterven; gelijk ook vele waterdieren, zelfs de grootsten, zoo als de kaïmans, zich in het drooge jaargetijde diep in het uitgedroogde slijk begraven, en dan eenen zomerslaap houden, gelijk de beeren en dassen eenen winterslaap doen.

Vergelijken wij de zoetwaterdieren en planten van het warme klimaat met die van het gematigde, dan vinden wij tusschen haar niet dat groote verschil als tusschen de bewoners van het land en van de zee op gelijke klimaat-afstanden. Als een voorbeeld diene de wijd beroemde *Victoria regia* van de wateren van het tropische Guyana, en de zoo na aan haar grenzende witte plompen, *Nymphaea alba*, van onze vijvers. Ook bij de mosselen en slakken, bij de insekten, schaaldieren en visschen vindt men iets dergelijks.

Bij den onafgebroken zamenhang van alle deelen der wereldzee mogen wij vermoeden, dat ten minste die dieren welke vrijelijk van plaats veranderen kunnen, vrij gelijkmatig in de zee verspreid zijn zullen. Dat vermoeden wordt nog gesteund door de omstandigheid, dat het zeewater aan veel geringere wijzigingen zijner scheikundige eigenschappen onderworpen is dan het zoete water, en er dus voor de zeebewoneren van dien kant overal vrij gelijke levensvoorwaarden aanwezig zijn. En toch is het anders; want in de zee zijn er even scherp afgebakende rijken van Flora en Fauna als op het land.

De naaste oorzaak van het verschil in den graad van ontwik-

keling en den rijkdom der vormen van het dieren- en plantenrijk in de verschillende streken der zee, ligt in het verschil van warmte. Die warmte hangt zelfs voor eene groote, door eilanden niet afgebroken watervlakte niet van de geographische breedte alleen af, ja niet eens voor de geheele oppervlakte van de zee: iets wat men bij eene gelijke, horizontale vlakte zou mogen verwachten. Immers wij weten (bladz. 305) dat de gordel van de hoogste warmte — tusschen 27 en 32° R. — voor de zee geenszins met den aequator ééne lijn vormt. Evenzoo is het ons bekend dat de warmte, welke de waterspiegel van de zon ontvangt, niet gelijkmatig naar de diepte heen afneemt, maar dat dikwijls onmiddellijk op eene zeer warme bovenlaag eene koude onderlaag volgt, zonder dat die beide temperaturen aan hare grenzen langzamerhand in elkander overgaan.

Maury noemt de „ontzaggelijke massaas warm water die in het midden van den Stillen en Indischen oceaan verzameld zijn", „den vruchtbaren schoot der natuur"; en Forbes, de vlijtige navorscher op het gebied „der verspreiding van het leven der zee", zegt: „hier is het rijk der rifbouwende koralen en de wonderbaar prachtige verzameling van dieren, met of zonder wervelkolom, die onder of door hen leven; de schitterendste kleurencontrasten vertoonen zich hier in scherp begrensde groepen. Hier is de zetel van de uitgebreidste ontwikkeling van het dierenrijk der zee, dat daarenboven met alle andere streken slechts weinig gelijkheid heeft."

Met die warmteverschillen der zee, zoo naar de verbreiding in de breedte als in de diepte, staan de stroomen der zee in het naauwste verband, en beiden te zamen moeten een' grooten invloed op de verspreiding der levende wezens in de zee uitoefenen, zoowel wat de diepte- als de breedte- en de lengtegraden betreft.

Daar wij verder weten dat de zeebodem, gelijk het drooge land, uit bergen en dalen bestaat, en wij op de bergen en in de dalen van het land verschillende dieren en planten aantreffen, zoo mogen wij iets dergelijks van den grond der zee vooronderstellen, ten minste dan, als de onderzeesche dalen niet zeer diep en de

bergen zeer weinig onder de oppervlakte van het water liggen. (bladz. 268).

In zeeën die zeer rijk aan eilanden zijn, verwekken de deels gescheidene, deels als bergruggen zamenhangende voetstukken der eilanden zonder twijfel menig plaatselijk verschil, zoodat wij ook daarin verschillende oorzaken van de verspreiding der zeewezens zien mogen. Misschien kunnen ook groote vloeden en rivieren vóór haren mond eenigen invloed op het leven der zee uitoefenen, immers men kent reeds eenige dieren en planten die in brak water te huis behooren.

Van vele zeevisschen is het bekend dat zij ook in zoet water leven kunnen, en sommigen trekken zelfs in den rijtijd regelmatig in de rivieren op, b. v. zalmen. Voor de meeste zeedieren, dat is voor de laagsten, is het zoete water echter een doodelijk vergif, waarin zij terstond sterven; terwijl zij, b. v. de zeeanemonen, in het zeewater de zwaarste verminkingen, eene langdurige uitdrooging, en hooge warmtegraden zonder nadeel voor hun leven verdragen kunnen.

De zeewieren zijn van de polen tot aan den aequator verspreid, en de afzonderlijke geslachten en soorten, ja zelfs geheele familiën, bij uitsluiting of ten minste bij voorkeur, tot bepaalde streken begrensd. Echter zijn er onder hen ook enkele kosmopoliten b. v. de schoone, ligtgroene *Ulva lactuca*, die aan de kusten van Noorwegen, in de Middellandsche zee, bij van Diemensland, aan de kusten van Brazilie en Peru, ja bijna overal in ruimte gevonden wordt. De zoöspermische wieren behooren vooral in de poolstreken, de schoone bonte purperwieren of florideën in de tropen te huis, ofschoon er van de eersten zeer vele soorten in alle gedeelten der aarde voorkomen, wat vooral ook van de bekende, groene, draadvormige draadwieren of conferven gezegd mag worden, die bijna overal aan elkander gelijk zijn. Uit de derde familie der wieren, de bruinwieren, fucoïdeën, die in de warme zeeën het liefst groeijen, vindt men toch in de zee rondom Engeland ongeveer vijftien soorten, die vooral door hare aanzienlijke menigte en grootte in het oog vallen, ofschoon zij

slechts een klein gedeelte van de daar voorkomende soorten uitmaken. De reeds vroeger gemelde krooszee, of *mar de Zargasso*, bestaat grootendeels uit de *Sargassum bacciferum*, die ook drijvende voortgroeit.

Ten opzigte van het voorkomen der polypen hebben wij reeds gezien dat zij aan zekere diepten verbonden zijn, dat de rifbouwenden gewoonlijk niet dieper dan 120 tot 150 voet, en slechts weinige soorten op eene diepte van 1620 voet leven kunnen. De laagste warmtegraad welken de polypen verlangen, schijnt + 12° R. te zijn; men heeft ten minste nog geene polypen gevonden in zeeën van geringere warmte.

De eigenlijke woonplaats der polypen hebben wij zoo straks, met de woorden van Maury en Forbes, gemeld. Van dien gordel af wordt aan beide zijden, naar de polen, hun aantal telkens spaarzamer.

Dat er zelfs in bij elkander gelegene zeeën niet, of minstens gewoonlijk niet dezelfde soorten van polypen gevonden worden, hebben wij reeds bij de rifvorming gezien. Doch er zijn ook polypen die zeer ver verspreid zijn. De Roode zee is bovenal rijk aan koraalpolypen; Ehrenberg vond daar meer dan een vierde van alle bekende soorten. De Middellandsche zee, die daarvan slechts door de landengte van Suez gescheiden is, heeft, behalve eenige zeeanemonen, geene soort van polyp met de Roode zee gemeen. De belangrijkste soort, daarom koraal bij uitnemendheid geheeten, de roode edelkoraal of bloedkoraal, *Corallium rubrum, Isis nobilis*, is tot heden slechts in de Middellandsche zee, voornamelijk tusschen Frankrijk, Spanje en Afrika gevonden.

Dezelfde voorwaarden, die der ontwikkeling van de koraalpolypen bijzonder gunstig zijn, roepen gewoonlijk ook eene bijzonder hooge ontwikkeling van de overige lagere zeedieren in het leven, en ook de klasse der visschen vertoont in die warme streken een' grooten rijkdom van kleuren en vormen. Het is dus vooral de buitengewone warmte welke die hooge ontwikkeling van het leven in de zee verwekt, want behalve dat heeft onder die hemelstreken het zeewater geen merkbaar verschil met de scheikundige eigen-

schappen van het water van zeeën, welke meer in de nabijheid der polen gelegen zijn.

De medusen of kwallen worden in alle zeeën gevonden en schijnen, ondanks hare teêrheid, verder naar de polen te kunnen heendringen dan de polypen. Hare aanwezigheid in die streken is echter in vele gevallen wel niet geheel vrijwillig, daar zij door de zeestroomen mede voortgedreven worden. Dan ziet de zeeman haar soms in onafzienbare troepen, die men, aan de oesters denkende, bewegelijke banken noemen mag, door welke het schip dagen aaneén heen zeilt. Slechts bij helder en stil weder komen zij aan de oppervlakte, terwijl zij bij stormig, mistig weder in de diepte eene schuilplaats zoeken. Van de verspreiding der afzonderlijke geslachten en soorten is van de kwallen, even als van de zeesterren en zeeëgels nog weinig bekend, ofschoon wij gelooven mogen dat ook zij, gelijk alle, of minstens de meeste zee en landdieren, vaste woonplaatsen hebben zullen, waar zij waarlijk te huis behooren. Het is te verwachten dat de, vooral door Maury en eenige anderen, in het leven geroepene wetenschappelijke onderzoekingslust naar de zoologische en botanische geographie van de zee, onze kennis van het leven der zee vermeerderen zal. Wij willen daarom dien tijd afwachten, en nog iets over de verspreiding der hooger ontwikkelde zeedieren vermelden.

In de eerste plaats moeten wij hier spreken over het trekken van vele zeevisschen, waarvan het in de rivieren optrekken, ter oorzake van het kuitschieten, een bekend verschijnsel is. Over den vermeenden trek van den belangrijksten aller visschen, van den haring, heeft de amerikaan Gilpin nasporingen in het werk gesteld, en aan hem eene jaarlijksche rondreis tusschen Europa en Amerika toegekend. De uitkomsten van die nasporingen vervallen echter tot niets, daar de identiteit der zwervers geenszins bewezen is, en de haring die aan de noord-amerikaansche kusten voorkomt eene bijzondere soort, de *Clupea elongata* Lesueur, en niet de europeesche haring, *Clupea harengus*, is. Denkelijk is de haring niet eens een trekvisch, maar zijn periodisch verschijnen in onmetelijke scholen berust veeleer daarop, dat hij gewoonlijk rondom de

kusten in de diepte der zee leeft, en slechts in den rijtijd aan de oppervlakte komt.

Overigens is er van dat trekken der visschen nog weinig zekers bekend, en bestaat er tusschen de trekvisschen en de trekvogels dit opmerkenswaard verschil, dat de eersten niet in den herfst, gelijk de laatsten, maar in de lente uit de koude naar warmere gewesten trekken.

Niettegenstaande de meeste vrijheid in het veranderen van plaats, waarin de visschen aan de vogelen gelijk staan, zoo niet hen overtreffen, zijn de zeevisschen toch geenszins wijd verspreid, maar veelal aan zeer begrensde woonsteden gebonden, en kosmopoliten zijn er onder de visschen slechts weinig. De Middellandsche zee heeft een groot getal van bijzondere soorten, ofschoon zij eenigen met de Noordzee gemeen heeft. De zoetwatervisschen vormen ongeveer een vierde gedeelte der klasse, en behooren meest tot de drie weekvinnige familiën, die der zalmen, der karpers en der meervallen; de stekelvinnigen van het zoete water maken nog niet het dertigste deel der klasse uit. De voor ons belangrijkste karperachtige visschen behooren bijna uitsluitend aan het oostelijke halfrond.

Onder de visschen die hun element voor eenigen tijd verlaten kunnen, moet, behalve de reeds vermelde aal, ook een oostindische visch, de klimmende baars, *Anabas scandens*, genoemd worden, die door middel van korte stekels aan het kieuwschild, enz. zelfs op boomen klimt, waarbij hij 5 of 6 dagen buiten water blijven kan. Eene soort van het geslacht *Doras* kruipt in troepen, ver over het land heen, van het eene water naar het andere. De vliegende visschen, *Exocoetus*, van welke men reeds meer dan dertig soorten kent, en de *Dactylopterus vulgaris* moeten eerder luchtspringers geheeten worden, want hun vliegen is een voortzweven boven den waterspiegel, waardoor zij tot 20 voet ver in de lucht voortschieten, en daarbij met hunne groote borstvinnen klapperen. De beide meest bekende soorten zijn: *Exocoetus volitans* uit de Middellandsche zee en *Exocoetus evolans* die in de Noordzee, in den Atlantischen oceaan en in de Zuidzee leeft. De smelt, *Ammodytes tobianus*, begraaft zich diep in het vochtige oeverzand om wormen te zoeken.

Maury maakt er opmerkzaam op dat in alle zeeën de smakelijkste visschen in de koudere zeestroomen gevonden worden, terwijl die van warme wateren dikwijls onsmakelijk en zelfs somtijds oneetbaar zijn. Een dergelijk onderscheid bespeuren wij ook tusschen de visschen van klare, koude bergwateren met steenachtigen grond, en de visschen van modderige poelen.

Van alle klassen van dieren is die der kruipende dieren of reptilen wel diegene, welke men eene tropische noemen mag; daar aan deze en aan gene zijde der keerkringen hun getal, naar de polen heen, zeer snel afneemt, en b. v. in onze streken reeds tot weinige soorten afgedaald is. Dit is zoowel op het land als in het zoete en zoute water het geval. De reeds boven vermelde waterslangen komen slechts in tropische zeeën voor. De schildpadden zijn meest waterdieren en meer in zoet dan in zout water verspreid, daar er in het laatste, en wel slechts in warme zeeën, slechts 4 tot 5 soorten voorkomen, van welke de karetschildpad, *Chelonia imbricata,* ons het schildpad levert.

Bijzonder belangrijk is de verspreiding der zeezoogdieren, namelijk der echte walvisschen, de grootsten van alle thans levende dieren, en tevens van allen welke ooit de aarde bewoond hebben. Het is wederom de ons zoo gunstig bekende noordamerikaansche zeeofficier Maury die de wetenschap met belangrijke opmerkingen over de levenswijs en de verspreiding dier dieren verrijkt heeft. Zij dienden hem daarbij als bewijzen voor een belangrijk geographisch twistpunt. De logboeken van duizenden van walvischvangers werden doorbladerd, en daardoor de verspreiding der walvisschen naauwkeurig bekend. Het bleek dat de echte noordsche walvisch, *Balaena mysticetus,* den aequator nooit overtrekt, want nooit heeft een walvischvanger hem in de tropische zeeën aangetroffen, van welke Maury zegt dat zij, als 't ware, voor den walvisch eene vuurzee zijn, waar hij niet doorheen kan, en daar hij nooit in opdringt. Ook het feit werd aan het licht gebragt dat dezelfde soort van walvisch, die langs de kusten van Groenland, in de Baffinsbaai, enz. gevonden wordt, ook in het noorden van de Stille zee en in de zee van Bering voorkomt, en dat de

walvisch van het noordelijke halfrond wezenlijk van dien van het zuidelijke onderscheiden is.

Eene nieuwe, zeer zorgvuldig en kritisch geschrevene natuurlijke historie der zoogdieren [1], onderscheidt in de eerste familie van de orde der walvisschen, de baleinwalvisschen of balaenodeën, twee echte walvisschen: de groenlandsche *Balaena mysticetus* en de zuidelijke *B. australis;* en vier vinvisschen — met eene rugvin die de eersten niet hebben — de langvinnige vinvisch, *Balaenoptera longimana;* de rorqual, *Balaenoptera boops,* het langste aller dieren en zelfs tot 105 voet lang waargenomen; de slechts zeer weinig bekende grootmuilige vinvisch, *Balaenoptera musculus;* en de kleinste of snavelvinvisch, *Balaenoptera rostrata.*

De tweede familie der walvisschen bestaat uit de dolfijnachtige walvisschen, de delphinodeën, welker vorm bekend is, en die geene baarden maar kegelvormige tanden in de kaken hebben. Het grootste dier dezer familie is de potvisch of cachelot, *Physeter macrocephalus,* tot 70 voet lang, aan welke zich de bruinvisschen, *Phocaena,* de dolfijnen, *Delphinus,* en eenige andere geslachten aansluiten, onder welke zich twee zoetwaterzoogdieren bevinden: *Inia amazonicus* in den Amazonestroom en zijne groote bijstroomen, en *Platanista gangeticus* in den Ganges en zijne delta-armen.

De derde familie wordt door den narwal, *Monodon monoceros* van de noordelijke IJszee gevormd.

Deze drie familiën zijn alle vleeschetende. De vierde en laatste, die der zeekoeijen of syrenen, is plantenetend, *Lamantins, Manatus, Dugongs.*

De tweede orde der zoogdieren behoort eveneens aan de zee, het zijn de robben, vinvoetigen of pinnipeden. Zij splitst zich in drie kleine familien: 1. walrussen, trichechoideën, 2. ware robben, phocineeën en 3. de slechts in versteenden toestand bekende zeuglodonten.

Deze vlugtige schets der zeezoogdieren, waaronder slechts twee zoetwaterbewoners gevonden worden, brengt den lezer zulke bekende

---

1 Giebel. *die Säugethiere in zoologischer, anatomischer und paläontologischer Beziehung umfassend dargestellt, Leipzig.* 1855.

gedaanten voor den geest, dat wij ons hier bij de bloote opsomming der namen bepalen mogen. De verspreiding dezer dieren is in de poolstreken rijkelijker uitgevallen dan in de warme, ofschoon ook deze haar aandeel gekregen hebben. Het belangrijkste, maar ook het meest vervolgde, en juist daardoor op onverwachte wijze het dier geworden dat onder zijne stamgenooten het meest beroemd geworden is, is de noordsche walvisch. Die beroemdheid heeft hij vooral gekregen door het volgende. Wij zagen zoo straks dat hij nooit de tropische zeeën doortrekt. En echter zijn er somtijds in het noordelijkste gedeelte van den Atlantischen oceaan walvisschen gedood geworden, in welke men de harpoenen van vroegere vruchtelooze jagten zag vastzitten, welker opschriften van den tijd en den naam der schepen, zooals bij de walvischvangers gebruikelijk is, bepaaldelijk aantoonden dat zij die harpoenen in het andere halfrond, in het noorden van de Stille zee, bekomen hadden. In sommige dezer gevallen was er slechts een klein tijdsverloop tusschen den dag der vangst, en dien welken in den harpoen, die in den walvisch stak, gegraveerd was. Die dieren konden dus, reeds om die reden, de lange reis om kaap Hoorn niet gedaan hebben, zonder nog te rekenen dat zij de warme tropenzee bovendien niet hadden kunnen doorkomen. Zij moesten dus aan de noordpool, van het westelijke in het oostelijke halfrond, door de Poolzee heen, gekomen zijn. Dit bewees dat er aan de noordpool tusschen Amerika en Europa met Azie geen zamenhangend vast land zijn kon, en dat de zee, welke de beide kontinenten scheidt, ten minste tijdelijk geheel vrij van ijs zijn moest, want daar de walvisch slechts korten tijd den adem inhouden kan, zoo moet hij zeer dikwijls aan de oppervlakte van het water komen om lucht in te ademen, en kan dien ten gevolge onder groote ijsvelden niet leven. Zoo zouden dus deze walvisschen de aanwezigheid der zoo lang gezochte „Noordwestdoorvaart" bewijzen, als die niet in den zomer van 1850 door den engelschen kapitein M'Clure werkelijk ontdekt was.

De vangst dezer spekdieren, zoo als men hen om het voornaamste wat zij hebben wel noemen mogt, bevolkt in de lente de

noord- en zuidpoolzeeën, die zonder dat lokaas zoo tamelijk eenzaam zijn zouden, met honderden van schepen. Sedert 1000 jaren zijn die reuzendieren met hunne pijlsnelle bewegingen, in hunne onmeetbare, voor den mensch ontoegankelijke woonplaatsen, toch niet veilig, ja sedert dien tijd zijn zij merkbaar zeldzamer geworden. Als er zich vroeger 300 walvischvangers tusschen den 77sten en 79sten graad N.B. verzamelden, vingen zij in twee maanden 2000 walvisschen; thans zijn twee of drie voor een schip eene rijke vangst. De met roem bekende wetenschappelijke walvischvanger Scoresby was persoonlijk bij de vangst van 322 walvisschen tegenwoordig.

Maury heeft op zijne stroomkaart de verspreiding van den noordelijken en van den zuidelijken walvisch en van den potvisch door lijnen aangewezen. Op den Atlantischen oceaan maakt, voor den noordschen walvisch, deze lijn eene zuidwaarts, tot aan 34° N.B. reikende, gebogene lijn, welker uiteinden de zuidelijke punt van Portugal en den zuidwesthoek van Newfoundland raken, en die de walvisch naar het zuiden niet overschrijdt. De walvisch van het zuidelijke halfrond stijgt hooger naar den aequator op, tot op de breedte van St. Helena, zoo dat hij dus den steenbokskeerkring overschrijdt. Tusschen beiden in ligt het rijk van den potvisch, welks noordelijke grens de zuidelijke van den noordschen walvisch, als eene omgekeerd gebogene lijn tweemaal snijdt, en alzoo daarmede overeenkomt, terwijl de zuidelijke grens van het rijk van den potvisch veel lager naar het zuiden afdaalt, dan de noordergrens van den zuidelijken walvisch opstijgt naar den aequator.

Nevens het onderzoek naar de verspreiding der zeedieren in *horizontale* rigting, is hunne verspreiding in *perpendiculaire* rigting niet minder belangrijk. Gelijk men op een' hoogen berg klimmende telkens andere planten en dieren voor de reeds geziene ziet plaats maken, zoodat men b. v. op den Pic de Teyde op Teneriffe vier, met de hoogte afwisselende, scherp afgescheidene plantengordels onderscheidt, zoo is ook de zeebodem in dergelijke gordels verdeeld.

De schotsche natuuronderzoeker JAMES D. FORBES heeft zich, vooral ten opzigte van dit onderzoek naar de verspreiding der zeeschepselen in de Aegaeïsche zee, verdienstelijk gemaakt. Hij onderscheidt acht dieptegraden of gordels der zee, welke alle door bijzondere dieren en planten verschillen.

Eerste zone. Zij strekt zich van den oeverrand tot 12 voet beneden den waterspiegel uit. In haar vertoonen zich de zeebewoners, en vooral de polypen, in de hoogste ontwikkeling en blinken uit door zeer bijzondere vormen en karaktertrekken. De invloed van licht en warmte toont zich in deze zone, die voor beiden zoo toegankelijk is, op het duidelijkst, vooral in de oostelijke deelen van de Middellandsche zee. De kleurenpracht harer wieren, koralen en visschen, en de rijkdom aan vormen harer schaaldieren, herinnert aan tropische zeeën.

Tweede zone. Zij reikt van 12 tot 60 voet, en onderscheidt zich vooral door groote holothuriën.

Derde zone. Gaat van 60 tot 120 voet, en is een slechts weinig karakteristike overgangsgordel in welken men, bij de nog veelvuldig voorkomende holothuriën, eenige wieren en een zeegras, *Posidonia oceanica*, opmerkt.

Vierde zone. Van 120 tot 210 voet. Zij is bijzonder rijk aan wieren, vooral aan de kalkachtige, fraai geleedde korallinen, en aan de lang voor koralen gehouden nulliporen. In groot getal komen hier de sponsen voor, waarvan de schoonsten en grootsten in den handel komen.

Vijfde zone. Van 210 tot 350 voet. De wieren en polypen worden zeldzamer; in plaats daarvan vele zeesterren en zeeëgels.

Zesde zone. Van 350 tot 480 voet. Nulliporen bedekken den rotsigen grond, en daar tusschen vele weekdieren, die er van leven. Wieren zijn zeer zeldzaam.

Zevende zone. Van 480 tot 630 voet. Gelijk in de vorige zone bedekken nog nulliporen den grond; de overige zeeplanten en de naakte weekdieren zijn verdwenen; daarentegen zijn er vele zeeegels, zeesterren, schaaldieren, en kokerhuizen bouwende ringwormen, doch polypen zeldzaam.

Achtste zone. Van 630 tot 1380 voet. Met datgene wat FORBES hier vond, komt overeen hetgeen door het dieplood van BROOKE van het leven der diepste gedeelten van de zee bekend geworden is. Hij vond de kleine rhizopoden het meest, en van planten slechts diatomeën.

FORBES bevond ook dat zulke dieren en planten, welke in een' vrij grooten loodregten dieptegordel, b. v. van 100 tot 200 voet diepte, overal gevonden worden, tevens die zijn welke ook de grootste geographische verspreiding hebben. In hoe grootere diepte de dieren leefden des te doffer en bleeker was ook hunne kleur. Zulke dieren en planten die in meer dan eene van deze acht zonen leefden, bereikten toch altijd slechts in eene daarvan hun grootste getal.

In de zeeën rondom Grootbrittanje vond FORBES eene verdeeling van zeewezens, welke zeer van die der Aegaeïsche zee afweek, iets waarop reeds de eb en vloed die, gelijk bekend is, in de Middellandsche zee zeer gering is, een' grooten invloed uitoefent. De hoogste zone is derhalve daar veel breeder of liever dieper, en wordt in vier onderdeelen verdeeld, die zich door bijzondere wieren weekdiersoorten doen kennen. Doch bij die diepteverscheidenheden vond FORBES, zelfs op de kleine geographische uitgebreidheid dier zee, eenige opmerkelijke verschillen, daar de dieren en planten van de zuidwestkust van Engeland belangrijk van die der Iersche zee afwijken. In het algemeen zijn daar de wieren, vooral de groote laminariën en ook het zeegras, bijzonder overvloedig en vormen groote onderzeesche weiden.

Wij hebben vooral aan EHRENBERG eene schilderij van het leven der Roode zee te danken. Daaruit blijkt dat er in dien zeeboezem, tusschen twee dorre, bijna van alle leven ontbloote landstreken gelegen, de hoogste pracht van het dieren- en plantenrijk der zee ontvouwd is. Voornamelijk de koraalpolypen, de slakken en mosselen maken daar, door hunne schoonheid en rijkdom van vormen, het contrast met den dorren oever des te grooter, immers op dezen doet de warmte zonder water niets, terwijl beide vereenigd in de Roode zee wonderen doen.

Er blijft ons nu nog over iets te zeggen over het voorkomen van dieren en planten in water van ongewone warmtegraden. Zoowel in zeer heet water als in sneeuw en ijs bevinden zich levende dieren.

In heete bronnen van 32° tot 72° R. heeft men teedere wieren, heerlijk ontwikkeld, gevonden, b. v. *Anabaena thermalis;* het eencellige plantje, de *Haematococcus nivalis* heeft men, „de roode sneeuw," veroorzakende, op de eeuwige sneeuw der pool en der Alpen gevonden. Een klein insekt met eenen springstaart, de bergijsvloo, *Desoria glacialis,* is op den Monte Rosa en op den Unteraargletscher aangetroffen, gelijk men ook in de gebergten, ten tijde van het smelten der sneeuw, somtijds een dergelijk zwart diertje, van de grootte eener vloo, op het ijzige sneeuwwater vindt. De infusiedieren, de rhizopoden, en vele kleine schaaldieren kunnen in het ijs bevriezen, zonder daardoor gedood te worden.

Zeldzamer is het voorkomen van dieren in zeer heet water; en toch heeft men kleine slakken, van de geslachten *Paludina* en *Neritina,* in heete bronnen gevonden. Op het eiland Ceilon leeft een visch, de *Leuciscus thermalis,* in eene bron die eene warmte van 40° R. heeft.

ACHTSTE HOOFDSTUK.

HET WATER ALS MIDDEL VAN VERKEER EN ALS HULP VOOR KUNSTEN EN HANDWERKEN.

Inleiding. De zee in betrekking tot de Vereenigde Staten. Het congres van Brussel. De koersen. Verkeer op het zoete water. Siam en China. Belangrijkheid van het water voor de handwerksnijverheid en voor de kunsten.

Sedert onheugelijke tijden heeft de zee, eene scheidende kloof en eene verbindende brug te gelijk, den moed van den mensch tot strijden aangespoord; maar hoe heviger die strijd werd en hoe meer er nieuwe wapenen uitgevonden werden, des te minder kloof en des te meer brug is de zee geworden. Ja het is reeds geene vermetele gedachte meer, dat zeereizen weldra niet veel gevaarlijker dan landreizen zullen zijn.

Als het voor iedereen een genot is om de fraaiste werktuigen en wat er mede vervaardigd werd te beschouwen, de stoutste inspanningen van eigene en van natuurkrachten tot op de eerste beginselen na te sporen, en als de natuurkenner daarbij honderdmaal ontwaart, dat de meest geprezene menschelijke uitvindingen slechts nabootsingen van de natuur zijn — zoo voert de lange weg daartoe door een gebied, dat een niet gering gedeelte van den gang der beschaving van het menschdom uitmaakt. Dat gebied is een echt natuurkundig, wat zelfs zij moeten bekennen, die de natuurkunde, uit eene welbekende oorzaak, maar die wij hier beter vinden om niet nader aan te wijzen, met leede oogen aanzien, of vervolgen, of zelfs doodelijk haten.

Heeft het water ons tot hiertoe reeds dikwijls bewezen, dat ons geheele wezen natuurlijke geschiedenis is, wij kunnen dat, zoo als het tusschen beide wel eens gebeurd zal zijn, geen oogenblik vergeten, wanneer wij nu het water nog als bemiddelaar van het verkeer en als helper der kunsten en handwerken beschouwen. Want niet dàt alleen is wetenschap — op dit oogenblik voor ons natuurkunde — wat ons in de gedaante van afgetrokkene leeringen wordt aangeboden, maar ook datgene hetwelk zich in ons, en als iets uiterlijks rondom ons, naar eeuwige wetten en in eeuwige afwisseling vertoont.

Het leven van den mensch uit dit oogpunt te beschouwen is geenszins, zoo als sommigen beweren willen, maar zelve niet gelooven, eene geringschatting daarvan — want wat betaamt den mensch meer dan zich in vereeniging met de natuur te gevoelen. Geven wij er in het dagelijksche leven de voorkeur aan om een welkom geschenk onmiddellijk uit de hand des gevers te ontvangen — waarom zouden wij de hand der natuur, die wij nooit ledig zien en ons steeds aangeboden wordt, terugstooten.

Het gezegde van een' dichter: „hecht u aan 't dierbare vaderland" is meer waar en gegrond dan hij zelf meende, het is ook waar, ten opzigte van het vaderland, dat voor ons de natuur is.

In het water vinden wij eenen band, die ons aan dat vaderland vastknoopt. Het spreekwoord zegt „zoo gelijk als de eene waterdruppel aan den anderen" — en in den zin dier gelijkheid kan elke waterdruppel zijnen weg ook door onze aderen genomen hebben, zoo als door de aderen der aarde en der planten, of, door het waaijen van den wind gedragen, als een onzigtbare geest door de wijde luchtzee gezweefd hebben. Het water vooral is het, dat ons opneemt in den omloop der stof, dien wij als het leven erkenden.

In zijn overal aanwezig zijn en in zijne drie agregatietoestanden, zal het ons nu eerst regt duidelijk zijn; want overal vinden wij het om ons leven te onderhouden of om onze hand kracht te geven.

Wij vinden gewoonlijk redenen tot verwondering over onver-

wachte dingen als wij deze of gene onzer machineriën tot in de uiterste schuilhoeken van het zamenstel vervolgen, en wij die, onverwacht, tot vele wetten der natuur in betrekking staande, vinden. Omgekeerd is dit het geval bij de beschouwing van het water uit de beide oogpunten, die het opschrift van dit hoofdstuk aanwijst; want eenige weinige bladzijden van de eersten van dit boek waren voldoende om ons met die eigenschappen van het water bekend te maken, door welke het de bemiddelaar van ons verkeer en de helper bij onze handwerken wordt. Als wij in den heeten zomer een koud bad nemen, doet het wonderbare element de meesten zijner magtige eigenschappen aan ons ligchaam gevoelen, zonder dat wij er bewustzijn van hebben, en als wij vragen op welke wetten de scheepvaart steunt, dan bespeuren wij met verwondering dat zij slechts weinige en eenvoudige zijn. Het soortelijk gewigt, de agregatietoestand van het water en zijne geschiktheid om den gasvorm aan te nemen, knoopen werelddeel aan werelddeel.

In verband hiermede staat het, dat de scheepvaart ook heden nog honderdmaal uitgevonden wordt, als de bij nacht opgezwollen stroom door zijn woeden zelfs dijken scheurt en de mensch, in plaats van in de weggeslagen boot, op eene huisdeur ronddrijft. En al mag er ook tusschen die deur, of den uitgeholden boomstam van den Zuidzee-eilander en de reuzenstoomboot Leviathan eene lange reeks van dingen liggen, zoo wijken zij toch geen haar breed af van de eenvoudige noodzakelijkheid, waaraan de mensch hier, gelijk overal, gehoorzaamt.

Het zou wel onderhoudend zijn hier eene schets van de geschiedenis der scheepvaart in te voegen, maar het zou toch hier eene ongepaste zaak zijn, en het gezigtspunt nog aan het einde onzer gemeenschappelijke beschouwingen geheel verplaatsen. Slechts eenige algemeene zaken mogen hier hare plaats vinden, en wel zulke die geschikt zijn om ons de belangrijkheid van het water ook uit dat oogpunt te doen inzien.

Ik weet het, ik haal mij hier het welverdiende verwijt op den hals: waartoe dient het den bestaanden toestand van de huishouding

der natuur weg, en anders te denken, en te vragen hoe het er dan wel uitzien zou? Maar er worden zoo vele nuttelooze en verkeerde gedachten uitgebroed, en wel vooral uit teleologisch ijveren! Doch die vraag, op de wereldzee toegepast, schijnt mij eenige toegevendheid waard te zijn, omdat de invloed daarvan op de bevordering van het verkeer — en alzoo ook op de zeden en den voortgang der beschaving — veelal miskend en juist verkeerd opgenomen wordt.

Maar eerst moet ik mij met alle kracht verzetten tegen het denkbeeld alsof ik zeggen wilde: omdat het de bestemming van den mensch geweest is zoo te worden als hij tegenwoordig is, en in het vervolg worden zal, daarom is de verdeeling van water en droog land, zoo als zij is. Ik wil eerder zeggen, dat als de tegenwoordige toestand van het menschdom, vooral van de zoogenaamde beschaafde volken, is zoo als hij is, dan is die grootendeels door die verdeeling zoo ontstaan. De teleologen mogen nu voortaan, want dat kan niemand hun kwalijk nemen, het water daarover prijzen of laken, al naar dat zij met den voortgang van de beschaving van het menschdom tevreden zijn of niet: tusschen hen en mij is thans slechts het kleine verschil, dat voor hun begin is, wat mij het einde schijnt te zijn.

Daar het ons veel te ver voeren zou bij de volgende opmerkingen de geheele aarde in het oog te houden, zoo kiezen wij slechts een enkel voorbeeld, en wel de verhouding tusschen Amerika en Europa.

Door eene kerkelijke wereldbeschouwing ondersteund, beschouwde het oude, beschaafde gedeelte der aarde de „nieuwe wereld" als zijn eigendom, tegen het oude wetsbeginsel in „dat eene vondst niet van zelf in het bezit van den vinder overgaat." Maar eeuwen lang werd de regtmatige eigenaar niet opgespoord, of wel hij kon zijn goed regt niet doen gelden, en zoo werd of was langen tijd de vinder niet slechts bezitter, maar ook eigenaar; dit was de hoogere beschaving. Maar die hoogere beschaving vergat dat vrijheid haar wijden moest, en ten gevolge van dat vergeten — noodigden de burgers van Boston op den 26sten December 1773

hun „moederland" op de thee, gebruikten niets minder dan de wereldzee als theeketel, en wierpen er 342 kisten thee in. Door die kluchtige *ouverture* van de onafhankelijkheidsverklaring der Noord-Amerikaansche Staten werd de Atlantische oceaan het middenpunt van den grooten strijd, die aan de geschiedenis der wereld eene nieuwe rigting gaf.

Mijne lezers zijn bekend met dien strijd en zijn straks gemeld voorspel, alsmede met zijne groote gevolgen, en daarom zwijg ik daarvan. Slechts een paar woorden over het deelnemen van het water aan die gevolgen.

Het water is eene schutting tusschen het bevrijde werelddeel en zijn' vorigen meester, welke desniettemin het vreedzame verkeer meer bevordert dan bemoeijelijkt. Het is eene dwaling, als men meent, dat het verkeer over zee moeijelijker is dan over land. Als dit zoo was, waarom heeft dan het direkte verkeer over land tusschen New-York en Californie den minstens viermaal langeren weg om kaap Hoorn niet reeds lang verdrongen? Is het verkeer van Europa met Rusland niet veel geringer dan met Amerika?

In hun binnenland hebben de Vereenigde Staten waterwegen in de meest gepaste verhouding, en, wat wij niet over het hoofd zien moeten! dat het water in dampvorm tot een dienaar werd van het verkeer, zoo wel te water als te land, dat kwam den Vereenigde Staten juist van pas om te worden wat zij geworden zijn.

Terwijl zij, gelijk Engeland, hun steunpunt in de zeemagt moesten zoeken, behoefden zij toch aan de inwendige ontginning van het jonge werelddeel geene handen te onttrekken, en in dankbaar en wel overlegd gebruik maken van het element waarop hunne magt gegrondvest is, zijn zij alle volkeren voorgegaan in het volmaken der scheepvaart en het bezigen van het stoomvermogen.

Stellen wij ons de Vereenigde Staten digter bij Europa gelegen voor, en denken wij tevens aan den geest, dien de europeesche regeringen bezielt, dan weten wij te gelijk, dat het of hier of ginds in vele dingen geheel anders zou zijn.

Maar meer dan deze aanwijzingen behooren hier niet; zij zijn echter voldoende om mijne lezers aan te sporen verder daarover

na te denken, hoe het water wezenlijk mede doet in het bestemmen van het lot en de beschaving der menschheid.

Wij keeren nu nog eenmaal naar MAURY terug, dien wij reeds van zoo vele gunstige zijden hebben leeren kennen.

Eenige regels uit het 17de hoofdstuk van zijn werk overgeschreven, zullen ons toonen hoe de zeeman reeds te huis is op de zee, welke den bijnaam van „de ongebaande" niet meer verdient.

„Wanneer men," zegt MAURY, „van het strand over den oceaan heen ziet, en een schip, dat de volle zee wint, aan den horizont verdwijnen ziet; als men tevens weet, dat het doel der reis in de verte, misschien bij de tegenvoeters ligt, dan meent men wel eens dat het over eene ongebaande woestenij heentrekt. Volgt het dan eenige dagen later een ander, sneller zeilend schip naar hetzelfde doel gerigt, of ontmoet het, weken later, een ander, dat van daar komt, zoo houdt men het bij elkander komen of slechts het in 't gezigt krijgen op de breede watervlakte, voor onwaarschijnlijk, ja voor een bloot toeval. Maar in de werkelijkheid is het anders, de winden en stroomen worden thans zoo algemeen bekend, dat ook de ervarene schipper (gelijk de *backwoodman* in het bosch, door teekens aan den bast der boomen) zijn weg aan zekere teekens erkent. Die teekens vindt hij juist aan datgene wat op het eerste gezigt zoo boven alles veranderlijk schijnt, aan den wind. De uitkomsten van wetenschappelijk onderzoek hebben hem geleerd, hoe hij gebruik maken kan van die onzigtbare boden, hoe zij hem, in vereeniging met de stilten, als wegwijzers op de kruiswegen, de dwarswegen en de slingerpaden van zijnen weg dienen kunnen."

„Men late een schip van New-York naar Californie zeilen en een snelleren zeiler het volgen. Het is als zeker te stellen, dat zij op hunne vaart elkander zien zullen. Een voorbeeld uit velen. De *Archer* en de *Flying Cloud*, beide voortreffelijke en goed bemande klipperschepen, varen beide naar Californie, doch de *Flying Cloud* verlaat New-York volle acht dagen later. Beide hadden geen gunstigen tijd van varen. De *Archer* ging, de wind- en stroomkaarten, als 't ware, in de hand, voorop, en zocht zijn

weg, den nieuwen koers volgende, dwars door de windstilten van den kreeftskeerkring, toen door de streek van den noordoostpassaat tot aan den aequator, en de *Cloud* volgde hem als in zijn kielwater. Bij kaap Hoorn kwam hij bij den *Archer*, praaide hem, gaf hem de laatste New-Yorker nieuwsbladen en noodigde de manschap uit om aan boord van den *Cloud* te komen eten, wat, gelijk de *Archer* zegt, slechts met weêrzin afgeslagen werd. De *Flying Cloud* liep eindelijk vooruit, riep den *Archer* zijn vaarwel toe, en verdween in de digte nevels die den horizont in het westen verbergden, want hij moest, volgens zijne orders, zijne bestemming minstens eene week vroeger bereiken dan zijn kameraad van kaap Hoorn. Beide kregen geen land in het gezigt totdat zij San Francisco bereikten — en toch zouden de omstreeks 7000 mijlen lange koersen van beide schepen, als men die volgens de journalen op eene kaart zou afteekenen, er bijna volkomen als eene enkele lijn uitzien."

„Dit is de groote 15,000 mijlen lange renbaan op den oceaan," gaat MAURY voort, „zij is getuige geweest van de grootste ontwikkeling van snelheid, van bewijzen van onverschrokkenheid, zoo als de wereld vroeger niet gekend had. Op haar is het moderne klipperschip, door het licht der wetenschap geleid, uitgetogen, het heeft alle stoombooten voorbijgezeild, alle elementen in trotsche zekerheid het hoofd geboden, en tot verwondering der wereld zwarigheden overwonnen, die men tot dus ver voor onoverkomelijk gehouden had."

Tegenover die bewonderenswaardige uitkomsten is het nu dubbel belangwekkend, om eens te zien hoe het met de zeereizen gegaan is, vóór dat men wind- en stroomkaarten bezat. Ook daarover geeft MAURY ons verrassende berigten, uit oude logboeken bijeen verzameld. Men zag daaruit, dat het schip, dat van New-York, om de kaap de Goede Hoop heen, naar Indie stuurde, driemaal de Atlantische zee overstak; eerst op de hoogte der kaap Verdische eilanden, dan terug tot aan de braziliaansche kust, en vandaar weêr over naar de kaap. Alle journalen gaven slechts dien éénen koers aan, en als men dien op eene kaart afteekende

dan bleef het gedeelte der zee dat niet in dezen koers lag, wit, als een volkomen onbekend land. Door zijne scheepvaartkundige instrumenten geleid, zeilde het eene schip het andere achterna op dezen weg, alsof hij een afgepaalde en beredene straatweg was. Niemand verstoutte zich er van af te wijken. Als men tracht op te sporen, of er misschien ook noodzakelijke redenen voor zulk een' zonderlingen koers bestonden, dan vond men hetzelfde, wat men zoo dikwijls als reden hoort opgeven: de een heeft het den ander nagedaan, omdat deze het weder een ander nagedaan heeft, en die het zoo goed bevonden had."

„Men schafte die oude sleur af. Op waarnemingen gebouwd, die evenwel in het begin nog gebrekkig waren, gaf men in de Vereenigde Staten koersaanwijzingen, *sailing directions*, uit, en men beloofde een exemplaar daarvan aan elken schipper, die zich daarnaar rigten, en een uittreksel uit zijn journaal aan het nationale observatorium te Washington zenden wilde." De bezige, praktische geest der amerikaansche kapiteins greep het voorstel met ijver aan. Dat veld lokte hen uit, want het scheen hun een rijken oogst en vele nuttige uitkomsten te beloven. En zoo waren dan ook na korten tijd meer dan duizend zeelieden in alle zeeën dag en nacht bezig, om, naar een gemeenschappelijk plan, waarnemingen te maken en op te teekenen, en zoo tevens onze kennis aan winden en stroomen der zee en andere verschijnselen, die op een in zekerheid bezeilen der zee en op hare natuurkundige geographie betrekking hebben, uit te breiden en te vergrooten."

Dat eerste gunstige gevolg gaf aan de Vereenigde Staten, waar tegeñwoordig de zeevaartkunde op den hoogsten trap staat, aanleiding om alle zeevarende natiën „der christenheid" tot eene conferentie uit te noodigen, om over gemeenschappelijke pogingen op dit gebied te beraadslagen. Zij heeft op den 23sten Augustus 1853 te Brussel plaats gehad, en behalve de Staten, welke, die uitnoodiging gedaan hadden, namen er deel aan: Engeland, Frankrijk, Rusland, Nederland, Zweden, Noorwegen, Denemarken, Belgie en Portugal. Later traden nog tot de besluiten, te Brus-

sel genomen, toe: Spanje, Pruissen, Hamburg, Bremen, de republiek Chili, Oostenrijk en Brazilie. Of sedert Hannover, Oldenburg, Mecklenburg, Italie en Griekenland dit europeesch verbond voltallig gemaakt hebben, is mij niet bekend. Turkije was niet uitgenoodigd.

„Nooit voorheen," mogen wij met MAURY zeggen, „heeft er zich voor de oogen der wetenschappelijke wereld een zoo verheven schouwspel ontwikkeld. Alle natiën hebben zich vereenigd en arbeiden eendragtelijk te zamen om een gebouw van natuurkundig onderzoek der zee op te bouwen. Al mogen zij in alle andere dingen vijanden zijn, hier blijven zij vrienden. Elk schip, dat de volle zee met deze kaarten en deze nog oningevulde lijsten aan boord bevaart, mag voortaan als een drijvend observatorium, als een tempel der wetenschap aangezien worden."

Wat het land nog nooit had kunnen doen, ten minste niet in die uitgestrektheid, dat heeft het water gedaan: een wetenschappelijk verbond van alle natiën, en wel in eene klasse van lieden, die gewoonlijk voor ruw doorgaan. Daarom hecht ook een engelsche zeeman, ROBERT MATHREN, met volle regt een groot gewigt aan den beschavenden en veredelenden invloed van deze onderneming.

Bij het met elke maand toenemende verkeer tusschen Amerika en Europa, moet het van algemeen belang, ja moet het, als 't ware, eene geruststelling zijn, dat de Atlantische oceaan niet meer de „ongebaande waterwoestijn" van vroeger is. De onkundige moge zijne oppervlakte als een gladde spiegel of als een onafzienbare schuimende kookketel, of wel als een vel wit papier beschouwen, waarop men te vergeefs naar een wegwijzend teeken rond ziet — voor den zeeman onzer dagen heeft de wetenschap hare regelen met vaste maar onzigtbare trekken daarop gegrift.

Misschien staat binnen kort der zeevaart een verder opklimmen in gevaarloosheid te wachten. Het ontzettende, in Engeland gebouwde schip, de Leviathan, die schroef- en raderboot tevens zal zijn, heeft ten doel om de magt van den storm en der golven onschadelijk te maken. Als het mogelijk zijn zal, om zulke ont-

zettende massaas metaal, tot een zoo reusachtig ligchaam vereenigd, vast genoeg in een te voegen, om weerstand te kunnen bieden aan den golfslag, en als het dan mogelijk zijn zal om den kolossus te regeeren — dan zullen zekerlijk de zeereizen bijna niet gevaarlijker zijn dan de landreizen.

Maar niet slechts het zoute water is een bevorderaar van het verkeer, in hoe groote mate ook het zoete water der rivieren dat is, toont reeds de dikwijls bewezene waarheid, dat watervracht altijd goedkooper is dan landvracht, en wie den Rijn op eene elegante stoomboot bevaren heeft, weet ook dat wij aan het water een der hoogste genoegens van de reis te danken hebben. Maar Europa is niet het oord om ons een denkbeeld te kunnen geven van wat het verkeer te water is. Daartoe moeten wij naar Azie gaan, naar Siam en naar China. In Siam zijn landreizen eene onbekende zaak, wijl dat geheele, 7000 vierkante mijlen groote land, in zijn vlak gedeelte door den Menam en den Maykaung rijk bewaterd, en regelmatig over ontzettende uitgestrektheden onder water gezet wordt, zoodat bijna alle huizen op palen, als 't ware in de lucht staan. Dáár, nog meer dan in China, van waar het slechts meer bekend is, leven vele duizenden menschen niet in vaste woningen, maar op groote, met verscheidene roeiriemen voorziene vlotten, *balonen* genaamd, op welker midden steeds een sierlijk huisje staat.

De belangrijkheid van de rivieren voor het verkeer kunnen wij niet beter beschrijven dan met de woorden van Berghaus: „de groote rivieren zijn de wegen waar langs de volken elkander naderen, en als zij in zee uitloopen dan vormen zij eene schakel in de keten der natuurverschijnselen, die tot verbetering van het maatschappelijk leven van den mensch dienstig is. Europa en het zuiden en oosten van Azie zijn in dit opzigt zeer begunstigd. Het noorden van Azie kan daarop geene aanspraak maken, want hoe kolossaal ook zijne rivieren zijn, die men onder de grootsten der aarde rekenen mag, zoo staat er toch een ander natuurkundig element vijandelijk tegenover: het klimaat; want de monden van de rivieren Obi, Jenissei en Lena zijn bijna bestendig met ijs

bezet. Daarom kan het noorden van Azie geen deel nemen aan het wereldverkeer, waarvan ook het midden van Azie of het gebied der kontinentaalstroomen (bladz. 415) uitgesloten is." Wie denkt hier niet aan de mogelijkheid van een' oorzakelijken zamenhang tusschen dit natuurkundig verschijnsel en den naar het westen gerigten stroom der volksverhuizingen?

Daar getallen en feiten het duidelijkst spreken, zoo geven wij naar O. Hübner eenige getallen van het zeeverkeer:

In 1855 bestond de handelsvloot

van	Groot-Brittanje	uit	36,348	schepen;
"	de Ver. Staten	"	30,000	"
"	Frankrijk	"	14,248	"
"	Oostenrijk	"	5,945	"
"	Duitschland	"	2,956	"
"	Nederland	"	2,343	"

en alzoo te zamen 91,840 zeeschepen voor de behoeften van den handel.

Op de rivieren de Rijn, de Main, de Moesel, de Elbe, de Moldau, de Donau, de Oder en de Weser voeren in 1855 en 1856, 222 stoombooten, waarbij 614 schepen, die er door gesleept werden, moeten gerekend worden.

Wij moeten het ons eerst met ernst herinneren, dat de stoom, die de locomotieven beweegt, niets dan een vorm van het water is, om ook het verkeer langs de spoorwegen als in dit hoofdstuk behoorende te erkennen.

De diensten, door het water in dezen vorm bewezen, worden wel is waar, in 't algemeen wel erkend, maar slechts volkomen begrepen door hem die de schijnbaar drooge statistiek naar waarde schat. Maar nog is geen vierde van eene eeuw verloopen, sedert de eerste spoorweg van Duitschland, van Fürth naar Neurenberg geopend is, van welke O. Hübner zegt, dat de ontwerper en aanlegger, Platner, door de augsburger bankiers voor niet wel bij zijne zinnen aangezien werd.

Om een denkbeeld te geven van de zuivere voordeelen, die een spoorweg oplevert aan hem die er tot reizen gebruik van maakt,

nemen wij hier het volgende uit Hübner 1) over: elke mijl spoorweg bespaart, al wordt zij jaarlijks slechts door 100,000 personen bereisd, aan hen ten minste 500,000 uren, of, à 10 werkuren per dag, 50,000 dagen, die op een werkloon van ƒ 0,75 per dag gerekend, ƒ 37,500 winst geven.

Om het groot gewigt der spoorwegen voor den vooruitgang der beschaving van de volkeren, zal het niet onbelangrijk zijn den tijd van opening der eerste europeesche spoorwegen, naar de tijdorde gerangschikt, volgens Hübner, hier te vermelden.

Landen.	Naam van den eersten spoorweg:	Geconcessionneerd:		Geopend:	
		Jaar.	Mijlen.	Jaar.	Mijlen.
Groot-Brittanje:	Stockton-Darlington,	1821	9,5	1825	9,5
Vereenigde Staten:	Munck-Chunch,	1827	2	1827	2
Frankrijk:	St. Etienne-Andrésieur,	1823	2,4	1828	2,4
Oostenrijk:	Linz-Budweis,	1826	17,3	1828	4
Belgie:	Antwerpen-Mechelen.	1834	62,7	1835	2,3
Beijeren:	Neurenberg-Fürth,	1834	1	1836	1
Saksen:	Leipzig-Dresden,	1835	15,5	1837	5,5
Cuba:	Havana-Union,	1835	23,6	1837	3,6
Nederland:	Amsterdam-Haarlem,	1835	23,7	1839	11,2
Pruissen:	Rijnspoorweg,	1837	31,1	1838	3,6
Rusland:	Zarskoe-Selo,	1837	3,8	1838	3,8
Napels:	Napels-Castellamare,	1837	5,5	1839	5,5
Baden:	Mannheim-Heidelberg,	1838	2,4	1840	2,4
Nassau:	Taunusspoorweg,	1838	6,8	1840	5,4
Hannover:	Hannover-Hildesheim,	1841	5,2	1844	5,7
Toskane:	Florence-Livorno,	1842	12,6	1844	12,5
Wurtemberg:	Heilbronn-Bodensee,	1843	30,5	1845	4,5
Sardinie:	Turin-Genua,	1846	22,3	1848	10,8
Spanje:	Barcelona-Mataro,	1847	3,8	1849	3,8
Denemarken:	Kopenhagen-Roskilde,	1848	4,3	1849	4.3
Zwitserland:	Baden-Zurich,	1848	3,2	1849	3,6
Zweden en Noorwegen:	Christiania-Miomesen,	1849	2,2	1852	2,2
Portugal:	Lissabon-Santarem,	1852	10,8	1854	2,7
Kerkelijke Staat:	Rome-Frascati.	1852	2,7	1856	2,7

« Behalve Europa en de Vereenigde Staten komen de overige landen der aarde nog weinig in aanmerking. Tot het jaar 1832 gingen de europeesche zeer vooruit in het aanleggen van spoorwegen, tot 1837 de amerikaansche, en tot 1843 was die verhou-

1) O. Hübner, *Jahrbuch der Volkwirthschaft und Statistik*. 5 *Jahrg*. 1857, p. 76.

ding tamelijk gelijk, van welken tijd af de europeesche den voorrang weder verkregen hebben.

Naar Hübner's berekeningen was de lengte van alle spoorwegen der aarde:

in het jaar 1830,	70	mijlen.
〃 〃 〃 1840,	1030	〃
〃 〃 〃 1850,	5025	〃
〃 〃 〃 1856,	11,004	〃

Meer dan de helft zijn dus in die laatste 6 jaren aangelegd, hoewel dat tijdvak begon onder den druk van omwentelingen en gewelddadige beroeringen van de maatschappij, het krediet dus bijna vernietigd en de ondernemingszucht bijna uitgebluscht was, en bovendien dat tijdvak slechts jaren telt van misgewas en oorlog, van duurte en handelskrisis.

Behalve de 11,004 duitsche mijlen spoorweg die op de geheele aarde gebruikt worden, zijn er nog 8355 mijlen in aanleg of geconcessionneerd, wat te zamen 19,359 mijlen, of meer dan $3^1/_2$ maal den omtrek der aarde uitmaakt.

Die genoemde 11,004 mijlen hebben ongeveer eene som van *f* 7,985,800,000 gekost, en die geconcessionneerd of in aanleg zijn zullen *f* 4,290,500,000 kosten.

Aan de mogelijke bezorgdheid, dat de spoorwegen een betrekkelijk groot kapitaal verslinden zullen, stelt Hübner eene berekening tegenover van de jaarlijksche inkomsten van Pruissen, waaruit blijkt, dat het kapitaal voor de pruissische spoorwegen slechts ongeveer twee procent van de rijksinkomsten bedraagt.

Maar het zijn niet die groote, door den stoom in het leven geroepene getallen, welke ons hier het meeste belang inboezemen; wij zouden wel zeer gedachtenloos moeten zijn als wij niet, over die getallen heen, naar de morele gevolgen van het verkeer door de spoorwegen en stoombooten rondzien wilden.

Wie oud genoeg is om het zich te kunnen herinneren, weet, dat wij ons voor 25 jaren, ook door het aanleggen van spoorwegen, groote gevolgen beloofden voor het morele verkeer der volkeren onderling. Thans, nu die gevolgen ontstaan zijn, moeten wij bekennen, dat zij grooter en veelvuldiger zijn dan wij verwacht hebben, en toch zijn er naauwelijks 10 jaren verloopen, sedert de spoorwegen voor

het midden van Europa van eenige beteekenis zijn geworden. Doch hij is niet met een paar woorden te bespreken, die voortgang van de morele ontwikkeling der maatschappij in betrekking tot de spoorwegen. Maar niemand betwijfelt de grootte van dien vooruitgang, en nog minder bestrijdt iemand den invloed der spoorwegen daarbij, al is het, dat de eerste generatie, welke onder dien invloed opgevoed is, nog niet den leeftijd bereikt heeft om eenigen invloed op het openbare leven uit te oefenen, en als maatstaf van de uitwerkselen der spoorwegen te kunnen dienen. Nog leeft de spoorweg aanleggende generatie, en die welke de gevolgen der spoorwegen vertoonen zal, staat nog in de kinderschoenen.

Wie zich nog de oude postwagendienst herinneren kan, en de verblufte gezigten der buitenluidjes nog vóór zich ziet, aan welke het groote lot te beurt viel van eene groote stad te mogen zien, die kan niet nalaten op te merken, hoe de duizende boeren en kleinsteders, die dagelijks de stationsgebouwen uit- en instroomen, op hunne kalme gezigten duidelijk laten lezen, dat zij zich reeds sedert lang in het drukke verkeer te huis gevoelen.

Wanneer dus de invloed der spoorwegen, dien wij hier slechts in algemeene omtrekken en niet in bijzonderheden konden vermelden, uit een moreel oogpunt beschouwd, zoo groot is, dan zijn wij nu hier aan het hoogste punt van onze beschouwingen gekomen, immers wanneer wij het geestelijke boven het ligchamelijke stellen. Doch, omdat wij dit niet doen kunnen zonder de fout te begaan, van door dat hooger of lager eene ondeelbare eenheid te verbreken, zoo zeggen wij liever, dat ons het water, als het element dat de locomotiven doet leven, in eene nieuwe beteekenis voor oogen komt: in die van opvoeder.

Maar als de waterdamp op den spoorweg de menschen als vliegend voortsleept en volken naar elkander trekt, door de staande machines brengt hij de nijverheid tot eene volkomenheid en gemakkelijkheid, die men voorheen zelfs niet vermoeden kon.

Wat vóór millioenen jaren door water en warmte uit den aardbodem als planten omhoog gedreven werd, om daarna zich, als steenkool, tot den langen slaap des doods weder in den schoot der aarde neder te leggen, dat viert tegenwoordig, gloeijende op den rooster, zijn opstandingsfeest, terwijl het uit water en warmte den magtigen geest, die „stoom" heet, oproept; de stoom, die bewe-

ging en dus leven blaast in het kunstig zamengestelde, maar op zich zelf doode raderwerk der machine. De steenkool maakt het water levend en geschikt om te treden in de plaats van den mensch, als het er op aan komt om eene mechanische kracht te uiten. Millioenen menschenkrachten zijn daardoor van den knechtelijken arbeid verlost, en aan de vrije werkzaamheid teruggegeven.

En zoo is het water, veel meer nog dan vroeger in zijne vloeibare gedaante, in de gedaante van damp de vlijtige en sterke kameraad des werkmans geworden, ja men mag hier bijvoegen: zijn voorbeeld. Want het is zeker niet te veel gezegd als wij beweren, dat er in eene fabriek meer regelmaat en vlugheid in het werk wordt bespeurd, als zich daarin eene stoommachine bevindt, die zonder rusten, noch vermoeijenis voortwerkt, en iederen arbeider schijnt toe te roepen: kom, en grijp op het regte oogenblik in de raderen die ik beweeg, of mijne kracht gaat voor u verloren, of zij bederft uwen arbeid. En het is niet minder zeker eene dwaling, dat de stoomfabrieken de werklieden tot gedachtelooze machines zouden maken, gelijk het ook bewezen is eene dwaling te zijn, dat de stoommachines de handenarbeid zouden benadeelen.

Het kan hier mijn plan niet zijn eene beschrijving der stoommachines en haar gebruik in de verschillende kunsten en handwerken te geven. Dat zou een geheel boek in dit boek worden, en hier volkomen misgeplaatst zijn. Voor dit werk is het genoeg, op de beteekenis van het water in dit opzigt gewezen te hebben. Evenmin zal er hier eene optelling gegeven worden van de handwerken en kunsten, waarin het water of eene onmiddellijke rol speelt of slechts eene als helper. Er zou in allen gevalle minder ruimte gevorderd worden om zulke handwerken op te sommen, waarin het water geen deel neemt, ten minste als er dergelijke zijn.

Immers, het lag niet in het plan van dit werk om de technische zijde van het water te doen uitkomen, maar wel om een licht, zoo helder mogelijk, te werpen op zijn geheele wezen, op dat wij het in zijne groote belangrijkheid zouden leeren kennen. En dat wij juist in dit hoofdstuk het water uit een moreel oogpunt te beschouwen kregen, zal velen mijner lezers zekerlijk onverwacht overgekomen zijn.

NEGENDE HOOFDSTUK.

WAT HET WATER IS VOOR DEN DICHTER EN VOOR DEN SCHILDER.

> Wanneer wij over de verschillende trappen van het genot, dat het beschouwen der natuur verschaft, nadenken, dan bevinden wij dat het onafhankelijk is van de kennis aan de uitwerkselen der natuurkrachten, en bijna onafhankelijk van het bijzondere karakter van de landstreek, die ons omringt. In de vlakte, waar gelijkvormige, gezellig wassende planten den grond bedekken, en het oog in de grenzelooze verte staart; aan den oever der zee, waar de golven zachtkens tegen aanspoelen, en haren weg afteekenen door wieren en groenachtig zeegras; overal doordringt ons, als onbewust, de vrije natuur en een dof vermoeden van haar „bestaan naar innerlijke, eeuwige wetten." In zulke gewaarwordingen ligt eene geheimzinnige kracht; zij zijn opbeurend en verzachtend; zij versterken en verfrisschen den vermoeiden geest en geven kalmte aan het gemoed, als het in zijn binnenste smartelijk geschokt, of door den wilden storm der hartstogten bewogen is.
>
> v. HUMBOLDT. *Kosmos* I. 7.

Zoo hebben wij dus getracht om het water in zijn grooten omloop overal heen te volgen. Rusteloos en in verschillende vormen, onzigtbaar en geweldig, gehoorzaam aan den ligtsten adem van den wind en bergen ten val brengende, zagen wij het altijd onveranderlijk, altijd werkzaam, opbouwend of afbrekend, voedend of vernietigend, zelfs de ontwikkeling van volkeren bevorderend — wij vonden het altijd, wij vonden het overal. En zoo staat het nu groot en magtig voor ons, voor hen onder ons des te grooter en magtiger, die het in dit boek, voor het eerst van hun leven, met opmerkzaamheid beschouwden.

Wij allen hebben daarbij veel gewonnen, want wij leerden ons leven beter begrijpen, daar wij het water, en daarin eene hoofdbron van het leven der aarde, hebben leeren kennen.

Doch er blijft ons nog eene zijde van het water ter beschouwing over, die, welke het ons gemoed toekeert. Die zijde van het water moet geen van ons allen onbekend zijn. Als wij er nog even een blik op slaan, dan zal onze op allerlei wijze uit elkander geloopene beschouwing, een kalm en vereenigend einde krijgen.

Het is misschien niet raadzaam en ten minste onnoodig, om het schilderachtige en het dichterlijke van het water van elkander te scheiden, want eigenlijk zijn beide niet twee, maar moeten als één beschouwd worden; een schilderstuk, dat niet tevens een dichtstuk, en een dichtstuk, dat niet tevens een schilderstuk is, mag noch eene schilderij, noch eene poëzij geheeten worden. Daarom zou het mij misschien niet gelukken, en wil ik het dus ook niet beproeven, om beide in de volgende regelen afzonderlijk voor te stellen.

In iederen mensch sluimert een schilder en een dichter, en in iedereen ontwaakt een van beide ten minste eenmaal, en al grijpt hij dan ook niet naar het penseel of de pen, hij is het daarom niet minder, want het dichten maakt niet den dichter, het schilderen niet den schilder.

Er is veel in de natuur wat hem wakker roepen kan — tusschen beide gezegd: ik meet de natuur hier niet met den korten maatstaf van een' professor der natuurlijke historie, maar met den langen van dengene, voor wien niet slechts de gedaanteverwisselingen der insekten, het nestbouwen der vogelen, of het zoogenaamde instinkt van den olifant tot de natuur en de natuurkunde behoort, maar ook de geheele mensch, gezamenlijk met zijn geestelijk wezen.

Hoe veel en velerlei er in de natuur, die ons omringt, ook zijn mag wat ons gemoed treft, niets doet het meer en krachtiger en vaker dan het water. Zelfs het algemeen vindt eene landstreek eerst schoon, als er een water in is; ook het schoonste bosch is schooner als er door zijne bladerenkroonen een zonnestraal op een' waterspiegel valt.

Het was zelfs onvermijdelijk, dat er bij onze wandelingen door het groote gebied van het water een dichterlijke geest over ons kwam, want daarin ligt juist de magt van het verhevene, dat wij er ons niet aan onttrekken kunnen [1], en bij alle verpligting, die

[1] Juist in dit boek en op deze plaats vind ik aanleiding, en meen ik geregtigd te zijn tot eene oordeelvelling over een, helaas! zeer tot mode geworden gebruik,

op ons rust, om de natuur te leeren kennen, zullen wij dien geest in ons voelen opkomen. Jammer slechts dat hij bij velen zoo ligt in eene ziekelijke overspanning of in een teringachtig mijmeren ontaardt.

De betrekking der natuurkunde tot de dichtkunst is in den jongsten tijd, gelijk ook die tot de godsdienst, de zedekunde en de wijsbegeerte, veelvuldig besproken geworden, en wel somtijds op eene zeer stormachtige manier. Het is onze zaak niet, daarover uit te weiden, slechts over de eerste dier gemelde verhoudingen moeten wij een enkel woord spreken.

Men behoeft in het geheel nog niet op de hoogte van de tegenwoordige natuurkunde te staan, om over menige dichterlijke opvatting van natuurlijke dingen te glimlagchen, want de eenvoudigste wetten der natuur worden niet zelden in lyrische gedichten vreesselijk poëtisch verkracht. Ja zelfs vele ontboezemingen in die gedichten schijnen haast aan te duiden, dat men de tweespalt tusschen dichterlijke opvatting en wetenschappelijke waarheid hoopt in stand te houden, of ten minste hare verzoening zeer ongeraden vindt, want waarvan anders dan van die zienswijze kan het verwijt afkomstig zijn: dat het steeds voortgaande onderzoek der natuur de natuur van haar dichterlijk kleed berooft? Tot die ontboezemingen reken ik evenwel geenszins SCHILLER's *Götter Griechenlands*, zoo als een philosooph niet lang geleden gedaan heeft, die de natuurkunde met grooten omhaal van woorden tegen de aan-

---

bij zekere vervaardigers van zoogenaamd populaire natuurkundige boeken. Velen van hen trachten niet zoo zeer het doel te bereiken, van hunne lezers te onderrigten, als wel dat van hunne lezers te verwonderen; wat in allen gevalle gemakkelijker gaat dan op eenvondige, zij het dan ook op verhevene wijze, de wetenschap te doen kennen. Het woord „wonder" is op den titel van zulke boeken als versteend, en heeft aan hunne vervaardigers en uitgevers — veel geld opgebragt.

Die wonderlektuur is door en door verwerpelijk, voornamelijk als zij met dikke en valsche kleuren schildert, zoo als in de „Wonderen der voorwereld" van den pseudonymen ZIMMERMANN. Zij is eene geringschatting van de wetenschap en van den lezer te gelijk, omdat zij meent de eerste nog afzonderlijk te moeten kruiden, en den laatste geen smaak voor de eenvoudige wetenschap toebetrouwt.

In de bovenstaande woorden van den tekst ligt overigens geenszins eene feitelijke regtvaardiging van zulke wonderboeken, of eene fout, die ik tegen mijnen zin begaan zou hebben, want er is een groot verschil tusschen eene dichterlijke ontboezeming en de verbazing, die, met den mond open staat rond te gapen.

klagt van SCHILLER in bescherming neemt; want SCHILLER's aanklagt is niet gerigt tegen de wetenschappelijke natuurbeschouwing, als zulk eene, maar tegen iets geheel anders, wat in dat gedicht meer tusschen dan op de regels staat. Bovendien is het ook eerder eene klagt dan eene aanklagt. OERSTED noemt zulke aanklagten slecht overlegd, „want de hoofdzaak blijft toch, dat ons geestelijk wezen door de kennis der natuur, die dwalingen omstoot, verhoogd en veredeld wordt," en dan zegt hij vervolgens: „al zulke verliezen zullen voor den waren dichter niet veel te beteekenen hebben, maar kunnen slechts pijnlijk zijn voor de vele beoefenaars der dichtkunst, welke meenen eene op zichzelve ondichterlijke gedachte daardoor dichterlijk gemaakt te hebben, als zij haar met oude sieraden uit de poëtische rommelkamer van een' vorigen tijd opgesmukt hebben."

Men ontmoet somtijds eene verzuchting van de „letterkundigen" — in die begrensde beteekenis van het woord, welke reeds lang in gebruik is — over de hooge gunst, waarin de natuurkundige volkslitteratuur tegenwoordig staat, en velen zien zich tot de inschikkelijkheid gedwongen, om in de kolommen hunner geschriften, aan de natuurkunde, in een voorgeschreven kleed, eene plaats in te ruimen. Maar die ergernis moge hen tot zelfkennis en tot inachtneming van de duidelijk genoeg uitgedrukte rigting des tijds brengen. Het lezend publiek is het langzamerhand door en door moede geworden, om de woorden, die tot het schilderen van overoude lyrische toestanden sedert eeuwen in gebruik waren, in duizend en nogmaals duizend gedichten, nu zoo, dan zoo, omgezet te zien. Onze tijd is de tijd van het leeren, waarin men met de middelen der phantasie niet meer toe komt.

Maar hij, die met beide handen in de onderscheidene vakken der natuurkunde grijpen wilde, om de opgeraapte bestanddeelen, met dichterlijk vuur tot natuurgedichten of natuurschilderingen zamen te voegen, die zou eene groote misgreep doen. Misgrepen noem ik zelfs nog vele van de gedichten van THIEME, die zonder de bijgevoegde wetenschappelijke ophelderingen voor den nietgeleerden lezer onverstaanbaar zijn. Schoonere natuurgedichten dan die van OTTO ULE in „*die Natur*" ken ik niet; hun eenig gebrek

is, dat zij te zeldzaam zijn. THEODOR MUGGE's natuurschilderingen in zijn *Afraja*, kunnen de beroemden van v. HUMBOLDT ter zijde staan.

Zoo als den dichter gaat het ook den schilder. Het publiek wil niet meer schilderijen zien, in de manier waarop het volgende gezegde van v. HUMBOLDT toepasselijk is: de leerstellige beschouwingen van de vorige eeuw leven dan ook slechts voort in de vooroordeelen van het volk, en in zekere leeringen, welke in de bewustheid harer zwakheid zich gaarne in het duister verbergen [1]. Het volk wil eene natuur, door dicht- en schilderkunst verklaard.

Voor alles hebben wij hier met het landschapschilderen te doen. Het heeft zich steeds meer en meer gedwongen gezien, de waarheid en de werkelijkheid der natuur in het oog te houden, en vele landschapschilders hebben gelukkig den middenweg gevonden tusschen de phantasie en de strenge wetenschap.

Het water heeft niet slechts betrekking op de gedichte liederen en de geschilderde beelden, maar ook op de liederen en beelden in ons binnenste, en onze indrukken worden even zoo veelvuldig gewijzigd en veranderd als de gedaante, waarin het water zich aan ons vertoont, gewijzigd en veranderd wordt. Welk een anderen indruk maakt het op ons, als de sneeuw den akker tijdelijk bedekt, of als zij de kruin der Alpen voor eeuwig omhult.

Op eene vlakte, die niets poëtisch heeft, ons slechts verveling verwekt, of wel het prozaïsche gevoel van zatheid veroorzaakt, slaan wij den blik opwaarts naar het ruime uitspansel, en wij zoeken bevrediging bij de afwisselende wolken. Een slechts weinig gelouterde kunstzin en een goede smaak gaan dan ligtelijk over tot het maken van kritiseerende opmerkingen over de wolken, want er is misschien niets in de geheele natuur, waaruit wij zoo duidelijk gewaar worden, dat de natuur niet altijd „schilderachtig" schoon is, maar dat er tot eene goede schilderij meer vereischt wordt, dan blootelijk eene getrouwe nabootsing der natuur. Het is veel bewijzend voor de aesthetische zijde der wolkenvormen, dat GÖTHE, die wel is waar een diepen zin voor de natuur bezat, zich door SCORESBY's verdeeling en benoeming der wolkenvormen opgewekt gevoelde om zijne bekende verzen op de wolken te dichten.

[1] *Kosmos*, I. p. 5.

Maar tevens behoort de wolk ontegenzeggelijk tot de schoonste gedaanten van het water, gelijk zij ook de meest verschillende van vorm en van kleur is. Gelijk zij ons de wandeling over de eentoonige vlakte verkort, zoo is zij ook in de hand van den geestrijken schilder een krachtig middel, om aan zijne landschappen eene dichterlijke uitdrukking te geven. Maar helaas, men ziet niet vele landschappen, noch van de oude, noch van de nieuwere school, waarop de wolken met het karakter van het landschap in een noodzakelijk harmonisch verband staan. Zelfs daarop heeft men dikwijls weinig of in het geheel geen acht geslagen, dat elk jaargetijde en elke hemelstreek haar bijzonder wolkenkarakter heeft.

Voor den vriend der natuur hebben de wolken nog eene zeer bijzondere beteekenis, door hare schaduwen, die zij op eene landstreek werpen, hetzij dat zij voorbij de hoogstaande zon heentrekken, of deze, bij haar op- en ondergaan, tusschen zich door laten schijnen. Het uitzigt van een heuvelachtig landschap, van een hoog standpunt gezien, is bij volle verlichting door het zonnelicht, of bij een' hemel zonder wolken, dikwijls levenloos en zonder uitdrukking: omdat het volle licht het hoog en laag niet doet uitkomen. Maar voorbijtrekkende wolken geven door hare schaduwen uitdrukking en beweging in het beeld.

Het op- en ondergaan der zon wordt door de wolken tot een feest vol gloed en leven gemaakt, terwijl het zonder haar eene majestueuse plegtigheid is. Schijnt het niet alsof die in alle schakeringen met rood gekleurde wolken wedijveren om te naderen tot de scheidende gebiedster, en wie haar nog het langst zal zien, nadat zij reeds weggegaan is; totdat eindelijk ook de wolk, die het hoogste staat aan den avondhemel, door het verliezen van hare kleur, bekent dat ook zij de vertrokkene uit het oog verliest. Nog eenige minuten en de verlatenen staan in het treurige zwart van den rouw gehuld.

Maar nog treffender is dat oogenblik op den top van den Alp, welks eeuwige sneeuw het vurige rood van gesmolten ijzer aanneemt, in scherpe tegenstelling met het koele blaauw van de lager liggende sneeuw, die niet meer beschenen wordt. Langzaam trekt de grenslijn al hooger en hooger, totdat eindelijk de laatste gloeijende

spits uitdooft en nu plotseling het blaauw, dat slechts door de tegenstelling ontstaan was, voor een lijkkleurig, grijsachtig wit plaats maakt.

De menigmaal kinderachtige strijd, of dit of dat schooner is, verstomt voor de kalme majesteit van de sneeuwreuzen van het berner Oberland: of waagt iemand het om te zeggen, als zij in hunne schitterende zuiverheid het volle daglicht naast blaauwe schaduwen terug kaatsen, dat zij gloeijend schooner zijn? En wie waagt het om het omgekeerde te beweren?

Wie waagt het om eene keuze te doen als hij tusschen de blaauwe ijswanden eener kloof van den Rosenlanigletscher staat, in welke rondom hem de „juweelen" als diamanten vonkelen, en de duizende afdruppelende waterparelen, met het ruischende beekje van smeltwater dat het ijs uitknaagt, eene welluidende melodie verspreiden? En als dan de gedachte door het groote ligchaam van het bergijs heendringt, en ziet tot daar onder op zijne eeuwig onzigtbare baan; als men, zonder het te zien of te voelen, toch weet dat de harde reus met ons naar beneden glijdt, en daarbij geen oogenblik dezelfde blijft; als men er aan denkt dat het vuilgekleurde ijs, waarop men staat, eenige tientallen van jaren geleden als louter hoogijs, uren ver meer naar boven, in het bekken van het sneeuwveld schitterde — als men zóó in den geest het bergijs beschouwt, dan schijnt ons daarin het water, die eeuwige vlugge wandelaar, in de banden der betoovering bekneld.

Niet ver behoeven wij te gaan om de druppeltjes, welker gevangenis door de stralen der zon werd geopend, als een vrolijk beekje bijeen te vinden. Het laat zich door geen duizend hindernissen beletten om al verder en al verder te dringen, totdat het eindelijk, aan een' hoogen rotsrand gekomen, een stouten sprong neemt en naar beneden in het dal stort, waarbij de druppelen, welke zich tot dien korten loop over de aarde vereenigd hadden, weêr in een dwarrelend gewemel in de lucht van elkander afgaan, alsof zij zich den tijd nog herinnerden toen zij als dansende sneeuwvlokken op de tinnen der Alpen nedervielen. Maar beneden in het dal vereenigen zij zich weder, en beproeven hunne jeugdige krachten aan het molenrad, dat de mensch op hunnen moeijelijken weg geplaatst

heeft. En verder gaat hun loop door het bloeijende dal, trouw en vast blijven zij nu bijeen als eene krachtige beek, en dartelen onder weegs met de bloemen aan den oever, die zij groeten overbrengen van hare zusters op de Alpen. Nu eens uit die, dan weder uit gindsche rotskloof komt een jongere reisgezel aanspringen, en tot één vereenigd gaat het voorwaarts. Maar plotseling worden de verbroederden gescheiden, want het groene bovenmeer nam de aankomende beek op, zoodat hare druppelen zich daarin verliezen. Maar neen! zij erkennen elkander nog aan hun vuil reisgewaad, waardoor zij zoo sterk afsteken bij de klare golfjes van het meer, dat zij zich schamen en zich reinigen. Het oude vuil van de reis laten zij haastig vallen, en naauwelijks een kwartiertje is er verloopen of zij zijn daaraan niet meer te herkennen. En als zij, kort daarna, over rotstrappen als een schuimende waterval naar beneden storten, dan kan men het hun reeds aanzien, dat zij daar beneden de overige gasten van het benedenmeer allen in zuiverheid en helderheid en klaarheid zullen te boven gaan.

Onwillekeurig heb ik mijne lezers uit het rijk der phantasie naar eene der heerlijkste plaatsen der werkelijkheid gevoerd, naar den omtrek van het Briënzermeer, waar de watervallen als tot een triomftogt zamenkomen. Dat hier de plaats zij waar wij van het water en van elkander afscheid nemen. Ik onthoud niet langer u, die mij tot hiertoe vergezeld hebt, van het genoegen om met eigen kleuren het poëtische beeld van het water verder af te schilderen.

En waar gij u thans met mijn boek in de hand ook bevinden moogt, het weldadige element, dat wij, in weêrwil van hetgeen wij er in het begin van dit werk van zeiden, dien naam met dankbaar menschelijk gevoel weder teruggeven, is overal bij u. Als ik zoo gelukkig heb mogen zijn om bij een van u allen voor het eerst de aandacht, ten spijt van de verstrooijingen des levens, geheel en stellig op het water gerigt te hebben, dan doortintelt u nu zekerlijk een gevoel, dat in woorden uitgedrukt luiden zoude:

DAT IS HET WATER!

BLADWIJZER.

A.

B.

I.

K.

L.

M.

N.

O.

P.

R.

S.

T.

Z.